

(11)Publication number : 2001-133752

(43)Date of publication of application : 18.05.2001

(51)Int.Cl.

G02F 1/133
G02F 1/139

(21)Application number : 11-312853

(71)Applicant : SHARP CORP

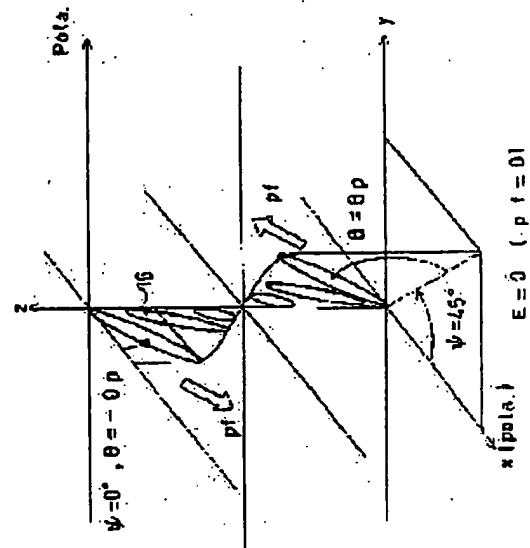
(22)Date of filing : 02.11.1999

(72)Inventor : ITO NOBUYUKI

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a liquid crystal display device having a wide angle of visibility without blurring of a moving picture by making the device fast in response and wide in the angle of visibility with a simple structure of a counter substrate electrode.

SOLUTION: The liquid crystal exhibits aligned states corresponding to splay and twist deformations in normal state without an applied electric field and no polarization is generated. When an electric field is applied polarization is generated owing to an electric deflection effect accompanying the splay and twist deformations. Through this deformation the liquid crystal is subjected to a change into an aligned state with splay and twist deformation different from that in the normal state without an applied electric field. Also when another electric field is applied, another polarization is generated corresponding to the electric field intensity owing to the electric deflection effect. Based on this polarization the aligned state of the liquid crystal is subjected to change into still difference splay and twist deformations.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the liquid crystal display which modulates the above-mentioned incident light by impressing the electric field which met the signal wave form according to a display image while carrying out incidence of the light to liquid crystal to liquid crystal, and changing the orientation condition of liquid crystal according to the above-mentioned electric field the steady state to which electric field are not impressed for liquid crystal -- setting -- a certain breadth deformation -- and, if can twist, the orientation condition of deformation is presented, and polarization is not produced but electric field are impressed Polarization is produced according to the breadth deformation and **** effectiveness accompanying [can twist and] deformation. According to this polarization The liquid crystal display selectively characterized by the breadth deformation according to the above-mentioned electric field different from the time of the steady state to which the above-mentioned electric field are not impressed impressed, and being able to twist and changing an orientation condition to deformation at least.

[Claim 2] In 1 display period, the 1st electrical signal in the 1st scanning-line group which consists of the scanning line of the moiety of all the scanning lines at least Delivery, In the 2nd remaining scanning-line group, the 2nd electrical signal is set at delivery and the next 1 display period. In delivery and the 2nd scanning-line group, the 1st electrical signal for the 2nd electrical signal at the 1st scanning-line group Delivery, The 1st electrical signal is electric field which return display information, and the 2nd electrical signal is electric field which give display information. The liquid crystal display according to claim 1 characterized by the crepuscular rays which the 1st electrical signal was impressed, the liquid crystal molecule was reset, the 2nd electrical signal was impressed, and the liquid crystal molecule switched carrying out incidence.

[Claim 3] In 1 display period by turns the 1st electrical signal and 2nd electrical signal to each scanning line Delivery, The 1st electrical signal is electric field which return display information, and the 2nd electrical signal is electric field which give display information. It is the liquid crystal display according to claim 1 which the crepuscular rays which the 1st electrical signal was impressed, the liquid crystal molecule was reset, the 2nd electrical signal was impressed, and the liquid crystal molecule switched carry out incidence, and is characterized by the 1st electrical signal of the above and the 2nd electrical signal having a mutually reverse polarity.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original

precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the liquid crystal display used for an image information display of a computer, a television set, and others.

[0002]

[Description of the Prior Art] As shown in drawing 17 and drawing 18, a liquid crystal display makes the transparent substrates 1 and 2 of a couple intersect perpendicularly so that the field in which electrodes 3 and 4 were formed may become inside, is stuck and is produced. Drawing 19 shows the cross-section structure, the laminating of insulator layers 5 and 6 and the orientation film 7 and 8 is carried out if needed on the transparent electrode 3 and 4, and orientation processing of rubbing etc. is performed to the orientation film if needed. By arranging the spacer 9 of a desired path on a substrate, an equal gap is secured and both substrates are fixed with the lamination adhesives 10. More nearly finally than the hole which was able to be opened in some adhesives, liquid crystal 11 is poured in, and an injected hole is closed and it completes. By orientation processing performed to the orientation film, liquid crystal presents uniform orientation. Each electrode is pulled out outside, has the section and can impress now the signal wave form electric field of arbitration to liquid crystal. According to the electric field impressed, liquid crystal changes orientation, polarizes and modulates the light which passes a liquid crystal layer. The function as a display can be obtained by installing the polarizing plates (polarizer) 12 and 13 which visualize polarization of light, and a modulation if needed. In order to make a liquid crystal layer pass light, one [at least] electrode needs to be a transparent electrode which consists of ITO (Indium-Tin Oxide, indium stannic acid ghost) etc.

[0003] As shown in drawing 17 and drawing 18, a liquid crystal display has two kinds according to the electrode structure. They are the passive matrix (drawing 17) which makes the electrode formed in the stripe configuration cross, and the signal electrode 14 which intersects a substrate on the other hand and the active matrix (drawing 18) which forms the switching elements 15, such as a transistor. Now as a liquid crystal ingredient, the pneumatic liquid crystal is used [both of the methods] for most.

[0004] While a passive matrix is easy structure and easy to produce, since it does not have a switching element for every pixel, all pixels are combined with the electrostatic capacity of liquid crystal, with the increment in the number of pixels, the threshold of the switching for every pixel becomes less clear [passive matrix] in, and it has intrinsically the problem of the so-called cross talk that a display image becomes indistinct. Moreover, even if ITO and the Nesa membrane which are a transparent electrode are a conductor, as compared with a metal etc., resistance is high [a Nesa membrane] about 1000 times from 100 times, and distortion of the signal wave form by the electrode resistance of a transparent electrode poses a serious problem with enlargement of a display, and the formation of large display capacity. Although the attempt which reduces electrode resistance by installing a transparent electrode and metal wiring in juxtaposition like JP,9-127494,A (Japanese Patent Application No. No. 287671 [seven to]) is also accomplished, a result in which the ease of the manufacture which is the lowering of brightness and the description of passive-matrix original by a numerical aperture becoming narrow is lost is brought.

[0005] on the other hand, in order that an active matrix may make a switching element for every pixel, compared with a passive matrix, production is not easy, but since each pixel can be driven independently, there is no problem of a cross talk, it can be markedly alike in comparing with a passive matrix, and a clear image can be displayed. Moreover, since it is the solid configuration in which the signal line which is not contributed to transparency of light can be produced with

metals, such as Ti and aluminum, and the transparent electrode of opposite does not have the need for a pattern, either, there are very few problems [form / by electrode resistance / signal wave] of distortion. For this reason, it can respond comparatively easily also about enlargement of a display, and the formation of large display capacity.

[0006] Taking advantage of the simplicity of the structure of a passive matrix, the attempt which is going to solve the problem of a cross talk using a ferroelectric liquid crystal has accomplished (Proceedings of The Fifth International Display Workshop (IDW'98) by N.Itoh etc., p (1998).205 "17"Video-Rate Full Color FLC", and the following reference 1 are called). since a ferroelectric liquid crystal has memory nature and the high-speed responsibility of mus (microsecond) digit (N. — Apply.Phys.Lett. by Clark etc. —) 36 (1980) p.899 "Submicrosecond bistable electro-opticswitching in liquid crystals", It differs from the passive matrix using a pneumatic liquid crystal without the conventional memory nature called reference 2 below. It is possible to apply the line sequential actuation method held for every scanning line without impressing an electrical potential difference until it rewrites the display information in which display information was written at high speed and a signal is inputted. The clear image which does not change a passive matrix to an active matrix, either can be displayed without a cross talk occurring by this.

[0007] However, if it is a passive matrix, even when a ferroelectric liquid crystal is used, the problem of electrode resistance will not be solved. Although the problem of electrode resistance generates the problem of distortion of a signal wave form This problem poses a serious problem also not only to enlargement of a display, and the formation of large display capacity but to improvement in the speed of a signal wave form. In the ferroelectric liquid crystal using especially high-speed responsibility, the technique of installing the above-mentioned transparent electrode and metal wiring in juxtaposition is indispensable, and a result in which the ease of the manufacture which are lowering of the brightness by a numerical aperture becoming narrow and the description of passive-matrix original is lost is brought. Moreover, the problem of electrode resistance will also generate the problem called the increment in power consumption, and generation of heat of a panel.

[0008] From such a point, the active matrix is excellent as a liquid crystal display of an animation display response of high resolution except for the indicating equipment of a part of low functions. Also in this, it excels compared with the metal, the insulator layer, the metal laminating (MIM) method, etc. whose thin film transistor (TFT) methods which are 3 terminal components are other 2 terminal components.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] If the indicating equipment which combined current, the TFT method, and the pneumatic liquid crystal has also realized the liquid crystal television of 20 molds and it glances, a flat-surface indicating equipment will be technically completed by the method of a current TFT-pneumatic liquid crystal, and the rest will be considered only like [which is improved towards the further enlargement and the formation of large display capacity].

[0010] However, it competes with CRT whose liquid crystal display is the mainstream of current and a display, and some serious problems are left behind in respect of image quality for replacing CRT which has a problem of a large size and the amount of Oshige as a flat-surface display in the future.

[0011] The most important problem is that the speed of response to the signal wave form electric field of liquid crystal is slow, and another is that the angle of visibility large enough is not obtained.

[0012] First, the speed of response of liquid crystal and the relation of image quality are explained.

[0013] In the current TFT-pneumatic liquid crystal indicating equipment (it expresses Following LCD), it fades by the animation display, active jamming is perceived, and it has been a big problem. The cause is explained to the Heisei 10 liquid-crystal institute:LCD forum sponsorship "for LCD eating into a CRT monitor commercial scene, it is - from a viewpoint of - animation display" by Kurita, and the 1st term "the image quality in the means of displaying and the animation display of a hold mold display" (reference 3 is called below) in detail.

[0014] In CRT and LCD, the time responses of the display light differ, and as shown in drawing 20, the display light of CRT is an impulse mold, and as shown in drawing 21, the display light of LCD is a hold mold. This is because it has answered [that liquid crystal is functioning only as a shutter which penetrates not spontaneous light but the light of a back light, and is made to shade, and] using 1 field (1 display period) inner ***** which is 16.7ms since the speed of response of the present liquid crystal is about 15ms.

[0015] The response time is also expressed as the same semantics as a speed of response for explanation.

[0016] In such a hold mold display, if the ***** motion (motion to which right-and-left both eyes follow an animal object smoothly almost similarly) most important when perceive a dynamic image among eye movement, and the visual time amount storage effect be almost perfect, the content of an image which be perceive by the observer become the brightness of an average of some pixels, and should be express by different pixel will disappear thoroughly.

[0017] Although the rate of occupying to the eye movement with buildup of a motion rate falls, if ***** motion is a motion within 4-5 (degree/second), it is supposed that it can be followed only by ***** motion. Moreover, the full speed of ***** in a short time is set to 30 (degree/second).

The time amount storage effect will be considered to integrate with the luminous stimulus in a short time for less than several 10ms nearly thoroughly if it is the following brightness to some extent. Since many dynamic images actually displayed fill these angular velocity and brightness, in a hold mold display, animation dotage will arise according to the so-called eye tracking.

[0018] In order to lose animation dotage fundamentally by LCD, it is necessary to make it the same impulse mold display as CRT. Although there are the approach of always not switching on like current, seeing a back light using a shutter, and making it the upper impulse luminescence and an approach which a high speed is made to brush in this, in any case, it is necessary to accelerate the speed of response of liquid crystal more nearly substantially than current.

[0019] This explanation is given using drawing 22. Time amount is shown on an axis of abscissa by drawing 22, and the amount of luminescence of a back light and the amount of transmitted lights of LCD are shown on an axis of ordinate. It is time amount (gate-on time amount) required in order that t may open the gate which is the scan signal line of TFT in drawing 22, and n is the number of a scan signal line (gate line). For this reason, if it is the display of the n number of scanning lines (the number of scan lines), in order to turn on all TFT(s), the time amount of tx_n is needed.

[0020] The curve in drawing 22 is the time response property of liquid crystal, and τ is the speed of response (response time) of liquid crystal.

[0021] After turning on last n Motome's gate line, and the liquid crystal of the n -th line answers, the same impulse mold display as CRT can be performed by making a back light light up or emit light.

[0022] According to the above-mentioned reference 3, the effective luminescence period ratio (compaction ratio) of a back light as an impulse mold display is made into 25% of 1 field (1 display period) 16.7ms, and, thereby, must set the light source burning period (luminescence period of a back light) T to about 4ms. Moreover, n will be about 1000 if it is going to reproduce high-definition television broadcasting of the 1025 number of scanning lines.

[0023] The speed of response of liquid crystal is $\tau=16.7$ second- tx_n-T . For this reason, it is necessary to consider as $\tau \leq 16.7\text{ms}-4$ second- tx_n .

[0024] The gate-on time amount t of current and TFT is 20". Although about 10 microseconds and enlargement are difficult at amorphous silicon $\alpha\text{Si-TFT}$ which the large display module has realized, it is about 3 microseconds in high polish recon PSi-TFT of electron mobility.

[0025] When $\alpha\text{Si-TFT}$ is used, even if PSi-TFT can be used for the speed of response of liquid crystal required in order to realize the dynamic image of full specifications without animation dotage from this 2.7 or less ms, it turns out that it must be 9.7 or less ms. In practice, since process temperature of PSi-TFT is as high as 1000 degrees C or more, it cannot use the usual glass substrate but must use quartz glass. For this reason, enlargement is difficult and the display which realizes high-definition television broadcasting of full specifications is deficient in implementability.

[0026] The speed of response of current liquid crystal of realizing the dynamic image of the full specifications which were mentioned above and which are the speed of responses for 2.7 or less ms using alphaSi-TFT, and do not have animation dotage even if it is about 15ms like and changes a back light system into an impulse mold is impossible.

[0027] It is based on the following reasons that the speed of response of current liquid crystal is slow.

[0028] Drawing 23 shows the electric-field response of the present pneumatic liquid crystal. The cylinder is expressing the liquid crystal molecule 16. A pneumatic liquid crystal is $\Delta\epsilon$ which switches by dielectric anisotropy $\Delta\epsilon$ which is the difference of the dielectric constant of the direction of a molecule major axis, and the direction of a molecule minor axis (change of an orientation condition), and is generated between the electric fields E impressed. Torque is produced with dielectric energy and orientation is changed. Orientation is changed so that a molecule major axis may be in agreement with electric field as shown in drawing 23 (b) when $\Delta\epsilon$ is forward, and when $\Delta\epsilon$ is negative, orientation is changed so that electric field and a molecule major axis may cross at right angles.

[0029] Since that energy of the response by dielectric anisotropy $\Delta\epsilon$ is small, generally in the liquid crystal which carries out this type of response, only the speed of response of several 100ms - 10ms of numbers is obtained. Dielectric energy $(1/2) \Delta\epsilon E^2$ Since it is the scalar quantity which does not depend in the direction of electric field E , even if electric field E are alternating currents, a pneumatic liquid crystal only changes only to an one direction. Since after removing electric field returns to initial orientation by viscous relaxation of liquid crystal, generally falling after electric-field clearance (the time amount is set to τ_{off}) is still later than the standup (the time amount is set to τ_{on}) by electric-field impression.

[0030] since the above-mentioned ferroelectric liquid crystal has spontaneous polarization and the speed of response for 1 or less ms can be obtained easily, not the passive matrix that harnessed memory nature but research which uses an improvement of animation image quality as a drawing wax combining TFT is done (it calls at Terada etc. — collection 3rd separate volume of applied physics relation union lecture meeting lecture drafts 1316 term 28 p-V -8 "the Half-V character switching mode FLC" and the following reference 4 are called the 46th time).

[0031] Drawing 24 shows the electric-field response of a ferroelectric liquid crystal. A ferroelectric liquid crystal carries out the so-called in plane switching switched in the condition parallel in a substrate side, when it switches by $P_s \cdot E$ which is the inner product energy of spontaneous polarization P_s and electric field E and the direction of spontaneous polarization P_s is in agreement with the direction of electric field. Since the energy of the response by spontaneous polarization P_s is large, the speed of response of several 100 microseconds - 10 microseconds of numbers for 1 or less ms is obtained easily. Since $P_s \cdot E$ which is the inner product energy of spontaneous polarization P_s and electric field E is vector quantity for which it depends in the direction of electric field E , it can change an optical standup (τ_{on}) and optical falling (τ_{off}) similarly according to the direction of electric field E at high speed.

[0032] Moreover, it is conventionally attained easily by combining the difficult halftone (gradation) display with TFT at the passive matrix.

[0033] Thus, in respect of a speed of response, although it is a very advantageous ferroelectric liquid crystal, there is a characteristic problem of a large number which are not in a pneumatic liquid crystal. A ferroelectric liquid crystal is a smectic liquid crystal, as compared with a pneumatic liquid crystal, near exists in a crystal and a layer system exists in molecular arrangement. For this reason, it is difficult to carry out orientation to homogeneity over a large area. Moreover, since turbulence and the orientation to like become [a layer system] an ununiformity by the mechanical shock, there is a problem in respect of dependability. Although shock resistance is solvable by forming the wall-like structure and fixing a substrate firmly in a display (above reference 1 reference), a stacking tendency becomes difficult further by forming a wall.

[0034] Moreover, since the ferroelectric liquid crystal has spontaneous polarization, if the status signal is not made to input and switch, spontaneous polarization will become having turned to the

one direction with as, if this condition continues for a long time, a charge will collect in the interface of a ferroelectric liquid crystal and the orientation film, and it also has the problem that the so-called seizure phenomenon happens. [0035] Furthermore, in order to pull out the property enough, it is necessary to make a ferroelectric liquid crystal into the thin cell thickness structure of 2 micrometers - 1.5 micrometers. When the usual pneumatic liquid crystal is used, it is about 4-micrometer cell thickness. For this reason, there is a possibility that cell capacity becomes larger than the usual pneumatic liquid crystal, the charge charge to the pixel by TFT within need time amount may decrease, and switching may become imperfection. In order to solve this problem, the charge capacity of TFT must be raised, but the large structural change of TFT is not desirable from a cost side in order to raise the difficulty of manufacture.

[0036] Since it is such, research which is going to raise the speed of response of the pneumatic liquid crystal currently used from the former is also done briskly. Research that a speed of response will be raised using an orientation condition different from TN (twist pneumatic) orientation which is used with the current mainstream and known well actually is done.

[0037] The inside of them, The orientation condition called a bend cell or pie cell It uses. A pneumatic liquid crystal The response[high-speed]-ized research is known well (T. according to Miyashita etc.). [Conference Proceedings of The 13 th International Display Research] Conference (Euro Display'93), (1993) p.149 "Wide viewing Angle display mode for active matrix LCD using bend alignment liquid crystal cell" and the following reference 5 are called. It is reported by the bend orientation cell that the speed of response of TN orientation cell which is about 15ms becomes short conventionally till about 2ms. This high-speed response-ization is attained by controlling the flow (flow) of the liquid crystal produced in a cell by the response of liquid crystal (the Heisei 10 liquid-crystal institute by Miyashita etc.: call LCD forum sponsorship "for LCD eating into a CRT monitor commercial scene, it is - from a viewpoint of - animation display", the 7th term "the field sequential full color liquid crystal display using the high-speed response characteristic of OCB liquid crystal", and the following reference 6). The point of using the dielectric anisotropy is the same as that of the conventional pneumatic liquid crystal.

[0038] However, it depends for the speed of response of bend orientation on halftone display level greatly as reported also to the above-mentioned reference 5. Generally, when a dielectric anisotropy is forward, although the speed of response of the pneumatic liquid crystal using a dielectric anisotropy has the largest include angle by which a molecule runs [the case where strong electric field to which a liquid crystal molecule major axis is thoroughly assembled in the direction of electric field from initial orientation are impressed], it is the quickest. It is the quickest, although the include angle by which a molecule runs [the case where strong electric field to which a liquid crystal molecule major axis becomes vertical thoroughly in the direction of electric field are similarly impressed from initial orientation] is the largest also when a dielectric anisotropy is negative.

[0039] This is because the speed of response of a pneumatic liquid crystal is not decided by the include angle or distance by which a liquid crystal molecule runs, but it is decided by torque given first as shown in drawing 25 and drawing 26 . Drawing 25 is full switching and drawing 26 is halftone switching. For this reason, also in bend orientation, the speed of response between perfect light and darkness is as short as 2 or less ms, but the speed of response during a halftone display may become slow, and may exceed 7ms.

[0040] Of course, the high-speed response of liquid crystal required for the image quality improvement of the animation dotage explained previously must be attained among all halftone displays.

[0041] Moreover, as shown in above-mentioned reference and above-mentioned drawing 27 , in order to form the bend orientation, since [which needs bias voltage] the angle of visibility is narrow, the phase contrast plate for angle-of-visibility amplification is required for a bend orientation cell. Since bias voltage leads to the increment in power consumption, it is a big problem.

[0042] Although an angle of visibility is explained later, in order to realize the animation of full specifications, the approach of using a phase contrast plate is completely inadequate, and it is not desirable from ** and the field of cost.

[0043] the speed of response of these halftone displays -- imperfection -- the image quality improvement of animation dotage cannot be attained in a bend orientation cel from the need for bias voltage, and the straitness of an angle of visibility, and the display which realizes the animation of full specifications cannot be obtained.

[0044] The HAN orientation cel is proposed as an approach of solving the problem which needs the bias voltage of a bend orientation cel. On the other hand, a HAN orientation cel carries out level orientation of the liquid crystal with a substrate, and carries out the so-called hybrid orientation which carries out vertical orientation of the liquid crystal in an another side substrate. in this way, the orientation condition of the one half of bend orientation is realizable without bias voltage (Proceedings of Society for Information Display (SID96) T. -- it is based on Saitoh etc. --) (1996) p.171 HAN-LCDs with Dual Subpixels Fabricated Using a Photopolymer Film Exhibiting Wide Viewing Angle, " Fast Response Time, and Low Driving Voltage" (reference 7 is called below), or JP,11-14990,A. However, like a bend orientation cel, a speed of response is as slow as 10ms or more to a halftone display, and in order to extend an angle of visibility, a phase contrast plate is required for it.

[0045] As mentioned above, satisfactory response[high-speed]-izing by which the current report is carried out and which includes a halftone display by the approach of improving the speed of response of a pneumatic liquid crystal using orientation other than the conventional TN orientation is impossible.

[0046] Next, an angle of visibility is explained. About an angle of visibility, as absolute quantum assessment as a speed of response is not progressing. This is for the direction which views and listens to a screen to be greatly dependent not only on the screen size of a display but the location where it is viewed and listened, a gestalt, etc. However, in order for a liquid crystal display to compete with CRT as mentioned above, and to replace CRT in the future, the largest possible angle of visibility is required. Incidentally the range until brightness falls to one half to the case where it observes from a transverse plane in CRT is made into the effective angle of visibility, and ≈ 80 degrees is attained from almost all models.

[0047] In order for the liquid crystal display which is not spontaneous light to realize a large angle of visibility, it is required to carry out in plane switching as known well. The difference between switching (vertical switching) (drawing 28) of the conventional liquid crystal and in plane switching (drawing 29) is explained using drawing 28 and drawing 29 .

[0048] By switching (vertical switching) of the conventional liquid crystal, the configuration (front view) of the liquid crystal molecule seen from the observer changes a lot in the two condition of switching. Since the liquid crystal molecule has the refractive-index anisotropy ($n_o > n_e$), if its difference in apparent molecular shape is great, the difference in an effectual refractive-index anisotropy will also become large, and the contrast and the brightness between 2 conditions will change or reverse it by change of few observation directions.

[0049] On the other hand, by in plane switching, the configuration (front view) of the liquid crystal molecule seen from the observer hardly changes in the two condition of switching. For this reason, an effectual refractive-index anisotropy hardly depends in the observation direction, display properties, such as contrast or brightness, cannot change easily, and the display stabilized in the large angle of visibility is obtained.

[0050] All of each of conventional TN orientation cels explained until now, bend orientation cels, and HAN cels are vertical switching, and its angle of visibility is narrow. In the bend orientation cel and H orientation cel, the angle of visibility is extended using the phase contrast plate as shown in the above-mentioned reference 5, the above-mentioned reference 7, or above-mentioned JP,11-14990,A, but although one half of the brightness of a transverse plane is attained only in about ≈ 40 degrees from a transverse plane but all use the phase contrast plate, only the angle of visibility of the one half of CRT can be attained. Of course, it is not desirable in cost to use a phase contrast plate.

[0051] There are an approach of using the liquid crystal which carries out in plane switching spontaneously with usual opposite substrate electrode structure like [in order to attain in plane switching] drawing 17 and drawing 18 , and a method of forming the ctenidium electrode of positive/negative on a substrate like drawing 30 in while, impressing electric field to parallel at a

substrate, and carrying out in plane switching of the usual pneumatic liquid crystal. As liquid crystal which carries out in plane switching spontaneously with opposite substrate electrode structure, the ferroelectric liquid crystal is known well.

[0052] On the other hand, about a speed of response, the speed of response of the in plane switching cell by the ctenidium electrode of a pneumatic liquid crystal is still slower than the pneumatic liquid crystal cell of the various methods explained previously, and it is 20ms or more of speed of responses. Usually, since electric field are impressed between counterelectrodes, even if inter-electrode distance is long, it is about 5 micrometers. Although the pitch of a ctenidium must be shortened if it is going to impress electric field sufficient on a comparable electrical potential difference also in the case of a ctenidium electrode, the point of a numerical aperture to inter-electrode distance will become longer than this. Moreover, in the in plane switching cell by the ctenidium electrode, in order to use leakage electric field so that clearly from drawing 30, electric field are not impressed effectively in liquid crystal.

[0053] Furthermore, the so-called interface latch's effectiveness that the liquid crystal near a substrate is regulated by the substrate interface becomes large. Since it is such, even if the in plane switching cell by the ctenidium electrode of a pneumatic liquid crystal can attain a large angle of visibility, it is difficult to attain a high-speed response.

[0054] Moreover, TFT structure must change structure into a ctenidium electrode from the conventional opposite substrate electrode it not only improves the orientation of liquid crystal, but, and it is not desirable in respect of cost.

[0055] There was no means to solve the important problem of high-speed responsibility and the wide-field-of-view angle by in plane switching at a pneumatic liquid crystal with few problems until now that it is comparatively easy to treat as explained above. Although a ferroelectric liquid crystal can attain the wide-field-of-view angle by high-speed responsibility and in plane switching with the easy conventional opposite substrate electrode structure, it has the problem of characteristic many as above-mentioned.

[0056] Although a bend orientation cell and a HAN orientation cell control the flow of liquid crystal and aim at an improvement of a speed of response, they are the same as that of the conventional pneumatic liquid crystal. [of the point which is the response by the dielectric anisotropy] For this reason, compared with the ferroelectric liquid crystal which is the response by spontaneous polarization, a speed of response is slow.

[0057] The **** effectiveness (flexoelectric effect) is known as a response of the pneumatic liquid crystal by the dielectric anisotropy. a flexoelectric effect — D.Demus etc. — although explained to Handbook of Liquid crystals to depend and vol.1 p(1998).4939.3.1.3 Flexo-Electric Phenomena (reference 8 is called below) in detail, it explains briefly.

[0058] Usually, a liquid crystal molecule is dealt with as the shape of a long and slender ellipse so that it may be known cylindrical or well, as expressed so far. However, this is the case where it thinks in macro, and as long as a liquid crystal molecule is a compound, asymmetry surely exists in the configuration of molecule each. By the asymmetry of a configuration, polarization has arisen in the molecular level and a possible thing has two kinds of drawing 31 and drawing 32, and drawing 33 and drawing 34 due to the asymmetry of a configuration, and polarization. One is the asymmetry of the direction of a molecule major axis, and it is called the tear type molecule 19 (drawing 31 and drawing 32). Another is the asymmetry of the direction of a molecule minor axis, and is called the banana mold molecule 20 (drawing 33 and drawing 34). The molecule of each configuration has the polarization 21 of the direction shown by the arrow head.

[0059] When these liquid crystal molecules exist in the natural condition, respectively, like drawing 31 or drawing 33, polarization of each molecule is also completely random, is negated, and suits. In this condition, a liquid crystal molecule can be dealt with as usual being cylindrical.

[0060] However, if fixed deformation is given to orientation like drawing 32 or drawing 34, the difference in an existence probability will arise in the direction of orientation of a molecule, and polarization P22 will appear outside. In the case of a tear type molecule, it is breadth (spray) deformation, and, in the case of a banana mold molecule, is deflection (bend) deformation.

[0061] There are few tear types, banana molds, and molecules that can be divided clearly

actually, a molecule like drawing 35 having these descriptions is most, and if a certain orientation deformation takes place without distinguishing also by breadth deformation or deflection deformation, polarization will appear outside.

[0062] A flexoelectric effect not only in generating of polarization by orientation deformation the above-mentioned reference 8 and D.Demus etc. -- it depends Handbook of Liquid crystals As it is in vol.2 2.4.3 (1998) The Molecular Picture (reference 9 is called below) Minute polarization arises with motion of a molecule being restricted by electric field, induction of the orientation deformation is carried out by operation with minute polarization and the electric field which were produced, bigger polarization occurs, and it also has the description that polarization and orientation deformation become large at a snowslide type, in condition that orientation deforms further.

[0063] Although it differs, since the spontaneous polarization of a ferroelectric liquid crystal is the response by polarization, its electric-field response of the pneumatic liquid crystal by the flexoelectric effect is quite more nearly high-speed than the response by the conventional dielectric anisotropy.

[0064] The technique in which the flexoelectric effect was used and in which the electric-field response of liquid crystal is already reported is explained.

[0065] If electric field are impressed at right angles to the screw axis of the cholesteric liquid crystal which forms the helical structure as shown in drawing 36 a molecule inclines to a screw axis -- D.Demus Handbook of Liquid crystals etc. -- it depends -- vol.2 2.4.6 (1998) The Flexoelectrooptic Effect (reference 10 is called below), J. -- Patel etc. -- J.Appl.Phys. to depend -- It is describing at 66(1989) p.1879 "Fast electro-optic effect based on cholesteric liquid Crystals" (reference 11 is called below).

[0066] In drawing 36, xy side is equivalent to a substrate, between the substrates which counter, screw-axis z is made parallel and cholesteric liquid crystal is carrying out orientation to the substrate.

[0067] In the electric-field condition of not impressing ($E=0$) (drawing 36 (b)), although it is the orientation of usual cholesteric liquid crystal, if electric field are impressed, a screw axis will remain as it is and a liquid crystal molecule will incline to a screw axis (drawing 36 (a) and drawing 36 (c)). It turns out that this deformation is the combination of local breadth deformation and deflection deformation. As mentioned above, minute polarization arises locally by electric field, induction of the orientation deformation is carried out by operation with minute polarization and the electric field which were produced, bigger polarization occurs, and orientation deforms this phenomenon further.

[0068] According to J.Appl.Phys. by P.Rudquist which inquired in detail about this effectiveness, and 76(1994) P.7778 "Linear electro-optic effect based on flexoelectricity in a cholesteric with sign change of dielectric anisotropy" (reference 12 is called below), it is reported that gamma is obtained whenever [about 25-degree angle-of-inclination].

[0069] Since it depends for the direction to which a molecule inclines in the direction of electric field, if gamma is 22.5 degrees whenever [angle-of-inclination], by the electric field of a 2-way, **22.5-degree switching, i.e., 45-degree in plane switching, will be possible, and the greatest contrast will be theoretically acquired combining a cross Nicol's prism polarizing plate.

[0070] A speed of response is very a high speed, and is about 100 microseconds. This is 100 times more nearly high-speed than the speed of response of the pneumatic liquid crystal by the usual dielectric anisotropy from 20 times.

[0071] Moreover, since gamma changes to linearity to field strength whenever [angle-of-inclination / of a molecule], it is easy to control a middle condition infinite in analog. Moreover, it is not dependent on field strength and the speed of response is fixed.

[0072] However, since this method forms the helical structure, selective reflection will produce it to incident light. For this reason, sufficient dark condition cannot be acquired. Moreover, bright state also produces specific coloring and does not serve as a perfect white display. Although it is attractive only as an optical element which modulates light at high speed, as a display, it is inadequate.

[0073] It is shown in the above-mentioned reference 12 rather than the pneumatic liquid crystal

according [the liquid crystal device using a flexoelectric effect] to the conventional dielectric anisotropy that it is very a high-speed response. It is shown that it is required in it for the absolute value of dielectric anisotropy $\Delta\epsilon$ to be small in order to fully demonstrate the high-speed responsibility by the flexoelectric effect. By this reference 12, absolute value $|\Delta\epsilon|$ of a dielectric anisotropy is 0.1 or less. In order to work so that a dielectric anisotropy may make an one direction carry out orientation of the liquid crystal molecule to demonstrating high-speed responsibility according to an operation with polarization and electric field to which the flexoelectric effect carried out induction of the polarization according to orientation deformation, and induction of this was carried out, and to extinguish orientation deformation, it is shown that it is the thing of the property in which two effectiveness conflicts. [0074] as the technique which does not form the helical structure which poses a big problem as a display — R.Barberi etc. — Appl.Phys.Lett. to depend and 60 (1992) — there is a vice table pneumatic liquid crystal method reported to p.1085 "Flexoelectrically controlled surface bistable switching in nematic liquid crystals" (reference 13 is called below).

[0075] This is effective as a method which is made to switch between two kinds of breadth deformation according to the direction of electric field, and is compatible in a high-speed response and in plane switching, as shown in drawing 37 . A speed of response can attain several 10 microseconds on a practical electrical potential difference.

[0076] However, this method is bistability and has the problem that a halftone display cannot be performed. Moreover, clearly from drawing 37 , orientation change of liquid crystal is the same motion as a ferroelectric liquid crystal, and, originally cannot be controlled by the pneumatic liquid crystal.

[0077] With the above-mentioned reference 13, it is SiO₂. Such switching is realized using the instability of an interface by controlling extremely vacuum evaporatio~~no~~ conditions (a vacuum evaporatio~~no~~ include angle, vacuum evaporatio~~no~~ thickness, etc.) to a precision, using the method vacuum evaporatio~~no~~ of slanting as an orientation control layer. About this technique, explanation is made in detail in the Patent Publication Heisei No. 502969 [three to] official report.

[0078] However, the method vacuum deposition of slanting currently used for this technique has the fundamental problem that a vacuum evaporatio~~no~~ include angle will change within a substrate, if a substrate becomes large-sized. Moreover, in order to attach and vapor-deposit an include angle, it will be necessary to lengthen distance from a vacuum evaporatio~~no~~ target to a substrate, and equipment will be enlarged inevitably. Thus, the method vacuum deposition of slanting has dramatically many problems in respect of productivity.

[0079] Moreover, the vacuum evaporatio~~no~~ conditions indicated by the above-mentioned reference 13 and the above-mentioned Patent Publication Heisei No. 502969 [three to] official report are very delicate, and very difficult to attain to homogeneity over a large area.

[0080] Since it is such, this method is not practical use at all.

[0081] Moreover, by this method, also in a steady state without electric field, polarization has always occurred, and printing will occur like a ferroelectric liquid crystal.

[0082] the method (in plane spray) of attain high-speed response-ization indicate the 46th time, harness the description of a wide field of view angle using breadth deformation orientation, as show in the in plane switching method by Aoki etc. which usually use parallel orientation at collection 3rd separate volume of applied physics relation union lecture meeting lecture drafts 1316 term 28 p-V -9 "the optimization in the semi- bistability horizontal electric field mode in which the flexoelectric effect of a nematic liquid crystal be used" (a reference 14 be call below) at drawing 38 .

[0083] By this approach, the in plane switching which was usually several 10ms can accelerate till several ms. However, since the speed of response of in plane switching is fundamentally regulated by substrate interface latch in spite of using the flexoelectric effect, response[high-speed]-izing beyond it is difficult.

[0084] Moreover, also in a steady state without electric field, polarization has always occurred, and printing will generate this method as well as a ferroelectric liquid crystal.

[0085] Thus, the technique of having sufficient property required as displays, such as a high-

speed response, a wide-field-of-view angle, contrast, and printing, did not exist until now.

[0086] Although this invention solves the problem of such a conventional technique and it is a wide-field-of-view angle by a high-speed response and in plane switching. It is not the ferroelectric liquid crystal which has characteristic problems, such as homogeneity and the shock resistance of orientation, and printing, it is widely used from the former, and that it is comparatively easy to treat, using a pneumatic liquid crystal with few problems, the problem of response[high-speed]-izing and wide-field-of-view cornification is attained with the easy conventional opposite substrate electrode structure, and there is no animation dotage -- extensive -- it aims at offering an angle of visibility liquid crystal display.

[0087] That is, this inventions are the high-speed responsibility of 1 or less msms order, a wide-field-of-view angle property by in plane switching, and sufficient high contrast, and offer a display without printing.

[0088]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the liquid crystal display of this invention In the liquid crystal display which modulates the above-mentioned incident light by impressing the electric field which met the signal wave form according to a display image while carrying out incidence of the light to liquid crystal to liquid crystal, and changing the orientation condition of liquid crystal according to the above-mentioned electric field the steady state to which electric field are not impressed for liquid crystal -- setting -- a certain breadth deformation -- and, if can twist, the orientation condition of deformation is presented, and polarization is not produced but electric field are impressed. Polarization is produced according to the breadth deformation and **** effectiveness accompanying [can twist and] deformation. According to this polarization It is selectively characterized by the breadth deformation according to the above-mentioned electric field different from the time of the steady state to which the above-mentioned electric field are not impressed impressed, and being able to twist and changing an orientation condition to deformation at least.

[0089] between the substrates which counter by the above-mentioned configuration in the steady state to which electric field are not impressed -- liquid crystal -- breadth deformation -- and it can twist, the orientation condition of deformation is presented and polarization is not produced. Impression of electric field produces polarization according to the breadth deformation and **** effectiveness accompanying [can twist and] deformation. breadth deformation different from the time of the steady state to which, as for liquid crystal, the above-mentioned electric field are not impressed [near / one / at least / the substrate] according to this polarization -- and it can twist and an orientation condition is changed to deformation. Impression of another electric field from which reinforcement differs produces another polarization according to the reinforcement of this electric field according to the above-mentioned **** effectiveness. this polarization -- liquid crystal -- for example, -- at least -- the near substrate of another side -- setting -- another breadth deformation -- and it can twist and an orientation condition is changed to deformation.

[0090] Therefore, if the electric field in alignment with the signal wave form according to a display image are impressed to liquid crystal, the above-mentioned incident light can be modulated by changing an orientation condition.

[0091] With it, it is usable like the pneumatic liquid crystal instead of a ferroelectric liquid crystal in the liquid crystal ingredients (paraelectricity etc.) which do not have polarization as a whole at the time of no electric-field impressing. Moreover, the electrode structure for impressing electric field is also good with the easy conventional opposite substrate electrode structure.

[0092] In order to use not the orientation change of state that used the dielectric anisotropy with it but the **** effectiveness (flexoelectric effect), a response is dramatically high-speed. For this reason, animation dotage is remarkably mitigable.

[0093] In it, change of the above-mentioned orientation condition is in plane switching. For this reason, an angle of visibility can be made large.

[0094] so, that it is comparatively easy to treat, using a pneumatic liquid crystal with few problems, the problem of response[high-speed]-izing and wide-field-of-view cornification is

attained with the easy conventional opposite substrate electrode structure, and there is no animation dotage -- extensive -- an angle of visibility liquid crystal display can be offered.

[0095] The above-mentioned liquid crystal can constitute the above-mentioned liquid crystal display so that it may be arranged in the gap which a substrate is made to counter and is formed.

[0096] Moreover, the above-mentioned liquid crystal is in the orientation condition of the breadth deformation which is in vertical orientation or an abbreviation vertical orientation condition [near / one / at least / the substrate] in the steady state to which electric field were impressed, and at least, it may constitute the above-mentioned liquid crystal display [near the substrate of another side] in the steady state to which another electric field were impressed so that it may be in the orientation condition of another breadth deformation which is in vertical orientation or an abbreviation vertical orientation condition.

[0097] Moreover, in addition to the above-mentioned configuration, the liquid crystal display of this invention is set at 1 display period. In the 1st scanning-line group which consists of the scanning line of the moiety of all the scanning lines at least, the 2nd electrical signal is set for the 1st electrical signal to delivery and the 2nd remaining scanning-line group at delivery and the next 1 display period. In delivery and the 2nd scanning-line group, the 1st electrical signal for the 2nd electrical signal at the 1st scanning-line group Delivery, The 1st electrical signal is electric field which return display information, and it is characterized by the crepuscular rays which were been the electric field which give display information, and the 1st electrical signal was impressed, the liquid crystal molecule was reset, the 2nd electrical signal was impressed, and the liquid crystal molecule switched carrying out incidence of the 2nd electrical signal.

[0098] In 1 display period, by the above-mentioned configuration, the 1st electrical signal is sent to the 1st scanning-line group which consists of the scanning line of the moiety of all the scanning lines at least, and the 2nd electrical signal is sent to delivery and the 2nd remaining scanning-line group. In the next 1 display period, the 1st electrical signal is sent for the 2nd electrical signal to delivery and the 2nd scanning-line group at the 1st scanning-line group. The 1st electrical signal is electric field which return display information, the 2nd electrical signal is electric field which give display information, and is all periods, and after the 1st electrical signal is impressed, a liquid crystal molecule is fully reset, the 2nd electrical signal is impressed and a liquid crystal molecule fully switches, light carries out incidence of it.

[0099] That is, in 1 display period, only either of the processing which returns display information, and the processing which gives display information to a pixel electrode performs each scanning line.

[0100] Since the count of the processing which gives display information to a pixel electrode during 1 display period can be reduced, it becomes unnecessary therefore, to make into a high speed so much the rate (the rate of rise and falling rate) which gives the display information on the scanning line per one to a pixel electrode.

[0101] so, the effectiveness by the above-mentioned configuration -- in addition, animation dotage -- there is nothing -- extensive -- an angle of visibility liquid crystal display can be offered using the easy equipment of production.

[0102] Moreover, in addition to the above-mentioned configuration, the liquid crystal display of this invention is set at 1 display period. They are the electric field to which delivery and the 1st electrical signal return the 1st electrical signal and 2nd electrical signal to each scanning line, and return display information by turns. The 2nd electrical signal is electric field which give display information, the 1st electrical signal is impressed and a liquid crystal molecule is reset. The crepuscular rays which the 2nd electrical signal was impressed and the liquid crystal molecule switched carry out incidence, and the 1st electrical signal of the above and the 2nd electrical signal are characterized by a polarity being mutually reverse.

[0103] By the above-mentioned configuration, in case a liquid crystal molecule is reset by impression of the 1st electrical signal, impression of electric field does not become off, but the electric field of reversed polarity are impressed with the 2nd electrical signal.

[0104] Therefore, unlike turning off impression of electric field, the shift to a reset condition can be made steep.

[0105] So, in addition to the effectiveness by the above-mentioned configuration, a response is more possible for a high speed, and animation dotage can be mitigated further.

[0106]

[Embodiment of the Invention] It will be as follows if one gestalt of operation of this invention is explained based on drawing 1 thru/or drawing 16.

[0107] The liquid crystal display concerning the gestalt of this operation is an active matrix, and using drawing 18 and drawing 19, as it was already explained, it can be manufactured. For this reason, explanation is omitted.

[0108] In the liquid crystal display concerning the gestalt of this operation, liquid crystal uses not a ferroelectric liquid crystal but the pneumatic liquid crystal.

[0109] In order to fully demonstrate a flexoelectric effect and to carry out a high-speed response, as for the dielectric anisotropy of a liquid crystal ingredient, it is desirable that the absolute value is smaller than 1, and it is more desirable that it is smaller than 0.5.

[0110] In the steady state to which electric field are not impressed, as shown in drawing 1, orientation processing is performed so that orientation may be carried out by pre tilt angle θ [near / one / the substrate], and orientation processing is performed so that orientation may be carried out by pre tilt angle θ [near the substrate of another side]. In drawing 1, xy side is equivalent to a substrate side, and the z-axis corresponds in the direction of thickness of a liquid crystal layer.

[0111] Two substrates are made to counter so that it may become the azimuth ψ from which the direction of orientation differs, are stuck, and liquid crystal is installed and formed in a gap.

[0112] pola. in drawing 1 is a polarizing plate, while being installed so that liquid crystal may be inserted, each polarization direction is turned to a x axis and y shaft orientations, and cross Nicol's prism arrangement of it is carried out.

[0113] On the other hand, the azimuth of the liquid crystal in a substrate is used as the polarization shaft of one polarizing plate with parallel (drawing 1 x axis), and the azimuth of the liquid crystal in an another side substrate is in agreement with both of the polarization shafts of a polarizing plate. Since the azimuth ψ of the liquid crystal in an another side substrate determines the brightness at the time of clear display, the brightness maximum by considering as 45 degrees is obtained.

[0114] In this steady state, since it was twisted with breadth deformation and deformation has arisen, in the minute space of deformation, polarization has occurred with the flexoelectric effect, but since the deformation over the direction of thickness of a liquid crystal layer (Z direction) is the symmetry as the whole display, outside, polarization does not appear ($P_f=0$). Unlike a ferroelectric liquid crystal, printing does not occur at this point. The bold arrow in drawing 1 shows that FUREKUSO polarization has occurred in the opposite direction in the vertical one half of a liquid crystal layer.

[0115] If direct-current electric field are impressed to this display, according to the direction and reinforcement of electric field, the orientation of liquid crystal will deform so that the direction component of electric field of FUREKUSO polarization may become max.

[0116] When negative electric field with strong enough reinforcement are impressed to the z-axis like drawing 2 in an opposite direction, it is twisted, deformation is canceled and, on the other hand, it changes to breadth deformation parallel to the orientation azimuth (X-axis) of a substrate. When field strength is weak, according to field strength, orientation changes to the condition that medium's torsion deformation of drawing 1 and drawing 2 remained. Since breadth deformation of drawing 2 has the azimuth ψ of orientation parallel to the polarization shaft of a polarizing plate, it will be in a quenching condition and a dark display will be obtained.

[0117] When forward electric field with strong enough reinforcement are impressed to z shaft orientations like drawing 3, it is twisted, deformation is canceled and it changes to breadth deformation parallel to the orientation azimuth ψ of an another side substrate. When field strength is weak, according to field strength, orientation changes to the condition that medium's torsion deformation of drawing 1 and drawing 3 remained. Since breadth deformation of drawing 3 has the azimuth ψ of orientation parallel to neither of the polarization shafts of the polarizing plates, it will be in a transparency condition and clear display will be obtained. The brightness

maximum by what the azimuth is made into 45 degrees for is obtained.

[0118] Halftone can also be acquired by impressing the electric field from which reinforcement differs. Since the symmetric property of orientation collapses except the dark display condition of drawing 2, and electric-field the steady state which not only the clear display condition of drawing 3 but is not impressed, in the state of the display except electric-field a non-impressed steady state, FUREKUSO polarization has surely occurred. This can perform switching between all halftone display conditions at high speed. In addition, switching is that the orientation condition of liquid crystal changes according to impression electric field here.

[0119] On the other hand, since polarization is mutually negated in electric-field the steady state which is not impressed [which does not display] and it does not appear outside, printing is not generated.

[0120] For an observer, like drawing 4, switching of this indicating equipment is in plane switching, and can obtain the display of a wide-field-of-view angle.

[0121] Pre tilt angle θ determines the magnitude of breadth deformation of electric-field a non-impressed steady state. FUREKUSO polarization generated in very small space becomes large, and can make a speed of response quick more, so that breadth deformation is large.

[0122] From the point which makes breadth deformation max, 45 degrees of a pre tilt angle are an ideal. If a pre tilt angle exceeds 45 degrees, deflection deformation will become stability from breadth deformation. Although FUREKUSO polarization is generated also in deflection deformation, since switching like the gestalt of this operation is not generated, it must be avoided. However, although the pre tilt angle of 45 degrees is an ideal, since it is the criticality of breadth deformation and deflection deformation as mentioned above, there is a problem in respect of dependability. Therefore, in order to demonstrate the display engine performance enough and not to produce a problem in respect of dependability, it is desirable to make a pre tilt angle smaller than 45 degrees at 40 degrees or more. And a pre tilt angle is the range which does not exceed 45 degrees, and it is desirable from the point of high-speed responsibility that it is a higher value.

[0123] When a pre tilt angle is small, polarization to generate becomes small, a speed of response becomes slow, but as for orientation processing, stable production becomes difficult, so that a pre tilt angle is generally large.

[0124] As it is in the above-mentioned reference 8, reference 9, and reference 12, it is the description that it is also in inverse proportion to the viscosity of liquid crystal as well as the speed of response of the electric-field response by FUREKUSO polarization being proportional to the magnitude of FUREKUSO polarization. Therefore, even if the viscosity of liquid crystal is low and is not the above high pre tilt angles, when sufficient high-speed response can be attained, it is possible to avoid the difficult high pre tilt angle of stable production, and to apply, if it is 5 degrees or more in pre tilt angle. In such a case, a pre tilt angle should just be less than 45 degrees in 5 degrees [or more] or more, i.e., 5 degrees. That is, if the viscosity of liquid crystal is 20cP (centipoise) - 30cP, even if a pre tilt angle is 5 degrees or more 40 degrees or less, a high-speed response will be attained enough.

[0125] The description of the various means of displaying explained in a table 1 until now was summarized. The possible thing of an improvement did not measure contrast, brightness, etc., but measured them only for the essential engine performance. the inside of a table, and a speed of response -- starting -- when the quickest at falling, a halftone display, and all cases -- it wrote by the case of being the latest. Moreover, the angle of visibility made O what carries out in plane switching, and made the thing without that right x.

[0126]

[A table 1]

液晶	応答エネルギー	表示モード	配向変形	応答時間	視野角	中間調	焼き付き
強誘電性液晶	自発分極 P _s			数 μ s ~ 数 100 μ s		○ (TPT)	×
ネマティック液晶	誘電異方性 $\Delta\epsilon$	TN	捻じれ変形 ↓ ↓ ↓ 垂直配向	数 10 ms ~ 数 100 ms	×	○	○
		ベンド	曲がり変形 ↓ ↓ ↓ 垂直配向	数 ms ~ 10 ms	×	○	○
		HAN	広がり変形 ↓ ↓ ↓ 垂直配向	数 ms ~ 数 10 ms	×	○	○
		コレステリック	捻じれ変形 ↓ ↓ ↓ 捻じれ変形	数 10 μ s ~ 数 100 μ s	○	○	○
	フレクソエレクトリック効果	バイステープル ネマティック	広がり変形 ↓ ↓ ↓ 広がり変形	数 10 μ s ~ 数 ms	○	×	×
		インプレイン スプレイン	広がり変形 ↓ ↓ ↓ 広がり変形	数 ms ~ 数 10 ms	○	○	×
		本発明	広がり変形 捻じれ変形 ↓ ↓ ↓ 広がり変形 捻じれ変形	数 μ s ~ 数 100 μ s	○	○	○

[0127] Among a table, since cholesteric ***** is formed, selective reflection is produced intrinsically and contrast is very bad. It is applicable only to light modulation equipments other than a display.

[0128] Moreover, although not indicated to a table 1, the ferroelectric liquid crystal has the problem of characteristic many of the difficulty and the shock-proof weakness of orientation homogeneity originating in a layer system as above-mentioned.

[0129] According to the gestalt of this operation, high-speed responsibility, a wide-field-of-view angle property, and a halftone display are possible, and a liquid crystal display without the animation dotage which was a problem until now can be offered so that clearly from a table 1. Since there is no image printing at the time of non-display, this display is satisfying also in respect of dependability.

[0130] Next, how to display an impulse mold without animation dotage with the liquid crystal

display of such high-speed responsibility is explained.

[0131] As shown in drawing 5, the impression scan of the 1st signal which resets display information is first carried out to all scan lines within 16.7ms of 1 display periods. Here, it thinks of Nor Marie Black who makes the time of not impressing a status signal a dark condition, and makes the target pixel bright state with a status signal. In addition, reset is that liquid crystal returns to the orientation condition at the time of no electric-field impressing here.

[0132] Then, the impression scan of the 2nd signal which is a status signal is carried out to all scan lines. Here, after a signal is inputted like drawing 5 in the liquid crystal of each pixel, a uniform impulse mold display can be performed by the full screen by turning on the light source certainly, after [if it starts / both / and answers enough,] the liquid crystal of the last scan line (the n-th line) will fully switch, falling and by the time the following signal is inputted.

[0133] Since display information should just be reset while writing in display information by the 2nd signal so that drawing 5 may show, a falling response may not be a high speed so much. However, in order to perform two scans at 1 display period and to display the same display capacity (the number of scan lines), gate-on time amount must be a high speed from present alphaSi-TFT.

[0134] When the light source burning period T is 4ms and sets a several n scan line to 1000 as above-mentioned, the gate-on time amount t is $t = (16.7 \text{ second} - \tau) / (2 \times n)$.

since — even if $t \leq (16.7 \text{ ms} - 4 \text{ ms} - 0) / (2 \times n) = 6.35 \text{ microsecond} \times 6 \text{ microsecond}$ comes even if the speed of response τ of liquid crystal is 0, and the speed of response τ of liquid crystal is 0, the gate-on time amount t must be 6 or less microseconds.

[0135] Since the gate-on time amount of alphaSi-TFT is about 10 microseconds, it is impossible to perform the animation display of direct HDTV. However, with this type of method of presentation, from the upper formula, if it is SDTV of 525 scan line numbers, the gate-on time amount t is set to 12 microseconds, and can be realized also by alphaSi-TFT.

[0136] Here, the HDTV display of 1000 scan line numbers can be performed by performing up Shimowake rate actuation. The standup speed of response τ of liquid crystal must be 2.7 or less ms. The falling speed of response of liquid crystal must be the gate-on less than time amount for 10 microseconds of 500 duties, i.e., 5ms. Although the already reported speed of response is inadequate also at the conventional pneumatic liquid crystals other than the gestalt of this operation as for this, it is the speed of response which may be able to be attained by the further amelioration. However, by this method, up Shimowake rate actuation is surely required, and the number of actuation drivers will double. In a liquid crystal display, the number of drivers is in what influences a manufacturing cost most, and is a big problem. Although in other words this means of displaying does not need to have so quick a speed of response, there is a big problem in respect of a manufacturing cost.

[0137] The method of presentation of another impulse mold is explained.

[0138] it is shown in drawing 6 — as — the inside of 16.7ms of 1 display periods — the scanning line of the moiety of all the scanning lines — namely, (the — L1 (1) line —) the — L1 the [(2) lines and] — L1 (3) lines and the 1st scanning-line group which consists of — the 1st electrical signal — delivery — the 2nd remaining scanning-line group — namely, (the [L2 (1) line,] the [L2 (2) line,] L2 (3) line, —) — **** — in delivery and the next 1 display period, the 1st electrical signal is sent [the 2nd electrical signal] for the 2nd electrical signal to delivery and the 2nd scanning-line group at the 1st scanning-line group. The so-called interlace display is performed.

[0139] Like the above-mentioned approach, the 1st electrical signal is a signal which resets display information, and the 2nd electrical signal is electric field which give display information.

[0140] It thinks of Nor Marie Black who makes a dark condition the time of not impressing a status signal here, and makes the target pixel bright state with a status signal.

[0141] In each display period, the pixel to which the 2nd signal which is a status signal was impressed By the time the 1st electrical signal which is a signal which resets display information is inputted into a degree, it will start certainly. If it will fall certainly by the time the 2nd signal whose pixel to which the 1st electrical signal which is a signal which resets display information was impressed is a status signal is inputted into a degree After the liquid crystal of each last

scan line of the 1st scanning-line group and the 2nd scanning-line group fully switches, by turning on the light source, a uniform impulse mold display can be performed by the full screen.

[0142] Since the number of scanning lines does not increase substantially in this means of displaying so that drawing 6 may show, TFT does not have a problem by the conventional engine performance, and is good at alphaSi-TFT of the present when gate-on time amount is 10 microseconds. Display capacity is similarly considered as 1000 scans.

[0143] However, not only a standup but falling of the speed of response of liquid crystal must be a high speed equally.

[0144] This speed of response must be 2.7 or less ms as above-mentioned. A table 1 shows that the means of displaying of the gestalt of this operation is the optimal. Especially the speed of response of falling is quite difficult for attaining in a current pneumatic liquid crystal.

[0145] Furthermore, in order to set the speed of response during all halftone displays to 2.7 or less ms, when the variation in the TFT engine performance in a large-sized substrate etc. is taken into consideration, it starts, and falling is much less than 1ms, and the simple thing been about 100 microseconds is desirable [falling].

[0146] Although the impulse mold display of target HDTV can be performed if a up Shimowake rate actuation method is adopted by increasing the number of TFT drivers in the means of displaying of drawing 5 when the liquid crystal of a high-speed response is used, and the falling speed of response of liquid crystal is slow, this has a problem in manufacturing cost.

[0147] Liquid crystal can perform the impulse mold display of a standup and target HDTV if it is a high-speed response, without falling [both], and hanging a burden on a TFT driver. The display of the gestalt of this operation is more excellent in this point.

[0148] Based on an example, this invention is explained further in detail. In addition, this invention is not limited to this.

[0149]

[Example] [Measurement of a dielectric anisotropy] First, the dielectric anisotropy of pneumatic liquid crystal MLC-6062 (Merck Co. make) was measured.

[0150] To the substrate in which the ITO electrode of a 1cmx1cm square was formed on glass, it is Ta 2O₅ as an insulator layer like drawing 19. 1000A formed membranes, 250A of water solutions of PVA (polyvinyl alcohol) was continuously applied with the spin coat method as an orientation film ingredient on it, and at 120 degrees C, it calcinated for 60 minutes and membranes were formed.

[0151] One more same substrate was produced and rubbing processing was performed to these substrates. On both sides of the spacer of the diameter of 50 micrometer, these substrates were stuck in between. In this case, it was made for the direction of rubbing to become the same (parallel rubbing).

[0152] After measuring electrostatic capacity in the state of an empty cel, MLC-6062 were poured into the gap of a substrate by capillarity, and the injected hole was closed and it completed.

[0153] When observed rotating a cel under the polarization microscope of a cross Nicol's prism, dark field and light field interchanged every 45 degrees, and it was checked that it is uniform level orientation.

[0154] To the substrate in which the ITO electrode of a 1cmx1cm square was formed on glass, it is Ta 2O₅ as an insulator layer like drawing 19. 1000A formed membranes, 250A of silane coupling agent DMOAP(s) was continuously applied with the spin coat method as an orientation film ingredient on it, and at 150 degrees C, it calcinated for 60 minutes and membranes were formed.

[0155] One more same substrate was produced. On both sides of the spacer of the diameter of 50 micrometer, these substrates were stuck in between.

[0156] After measuring electrostatic capacity in the state of an empty cel, MLC-6062 were poured into the gap of a substrate by capillarity, and the injected hole was closed and it completed.

[0157] When observed rotating a cel under the polarization microscope of a cross Nicol's prism, it is always dark field and it was checked that it is uniform vertical orientation.

[0158] The electrostatic capacity of these level orientation cels and vertical orientation cels was measured, it asked for specific-inductive-capacity epsilon//of the direction of a molecule major axis, and specific-inductive-capacity epsilon** of the direction of a molecule minor axis from the ratio with the electrostatic capacity of each empty cel, and the dielectric anisotropy was searched for from the difference.

[0159] Thus, dielectric anisotropy deltaepsilon of pneumatic liquid crystal MLC-6062 for which it asked was dramatically small, and was 0.2.

[0160] [Example 1]

[Production of a liquid crystal display component] To the substrate in which the ITO electrode of a 1cmx1cm square was formed on glass, it is Ta 2O5 as an insulator layer like drawing 19 . 250A of NMP(s) was continuously applied with the spin coat method as an orientation film ingredient on it by 1000A's forming membranes and using polyimide RN715 (the Nissan chemistry company make) as a solvent, and it calcinated at 190 degrees C for 60 minutes, and membranes were formed.

[0161] One more same substrate was produced and rubbing processing was performed to these substrates. On both sides of the spacer of the diameter of 50 micrometer, these substrates were stuck in between. In this case, it was made for the 180 degrees of the directions of rubbing to differ (antiparallel rubbing).

[0162] Pneumatic liquid crystal MLC-6062 were poured into the gap of a substrate by capillarity, and the injected hole was closed and it completed.

[0163] It was 45 degrees when the pre tilt angle of this cel was measured with the magnetic field volumetric method.

[0164] The same substrate was produced 1 more set and rubbing processing was performed to these substrates on the same conditions as the above. On both sides of the spacer of the diameter of 5 micrometer, these substrates were stuck in between. In this case, it was made for the 45 degrees of the directions of rubbing to differ.

[0165] Pneumatic liquid crystal MLC-6062 were poured into the gap of a substrate by capillarity, and the injected hole was closed and it completed.

[0166] When this liquid crystal display component was observed with the polarization microscope, two kinds of orientation conditions distinguished by disclination (corresponding line) were observed. Under the cross Nicol's prism, one orientation condition did not show a quenching location, but another orientation condition showed the quenching location. Thereby, it turned out that the orientation condition which does not show a quenching location can be twisted with breadth deformation, and is the orientation by deformation, and the orientation condition which shows a quenching location is deflection deformation.

[0167] Although it was checked that can twist with breadth deformation, and, as for the orientation part of deformation, transmitted light reinforcement changes, and orientation is changing when electric field were impressed to this liquid crystal display component for which two kinds of orientation conditions are intermingled, as for the orientation part of deflection deformation, it was checked that the transmitted light does not change and orientation is not changing.

[0168] It considered as the arrangement which can twist with breadth deformation and, on the other hand, makes the polarization shaft of a polarizing plate in agreement [in the direction of rubbing of a substrate] paying attention to the orientation part of deformation like drawing 1 . In this condition, the transmitted light has arisen and quenching has not carried out.

[0169] With another polarity, the transmitted light increased from the time of no electric-field impressing further to the transmitted light having disappeared and quenched it in one polarity, when the electric field to impress were observed as direct-current electric field of electrical-potential-difference value 10V and 1s of impression time amount, changing the polarity.

[0170] [The electric-field impression approach (1) and property measurement] It was impressed by this liquid crystal display component, replacing a polarity, whenever it set direct-current electric field of 100ms of pulse width for 1s like drawing 7 , and a speed of response and transmitted light reinforcement were measured, changing an electrical potential difference.

[0171] The reinforcement at the time of having measured transmitted light reinforcement as

output voltage of the photomultiplier tube, installing a liquid crystal display component, having used reinforcement at the time of a parallel Nicol's prism as 100% for the reinforcement at the time of the cross Nicol's prism of a polarizing plate in case there is no liquid crystal display component 0%, and impressing electric field was defined as a relative value in the meantime. TS is the transmitted light reinforcement of the steady state in [electric-field] not impressing.

[0172] As shown in drawing 7, transmitted light reinforcement changed focusing on the transmitted light reinforcement TS of the steady state in [electric-field] not impressing so that the polarity of pulse electric field and an electrical potential difference might be followed.

[0173] The time-axis of drawing 7 is expanded and shown in drawing 8. TB and TD express that they are the transmitted light reinforcement by the side of bright state (Bright), and the transmitted light reinforcement by the side of a dark condition (Dark) to the transmitted light reinforcement TS of the steady state in [electric-field] not impressing, respectively.

[0174] Transmitted light reinforcement showed the speed of response of finite to impression electric field. The speed of response was a value which is different by the case (falling) where it is removed with the case (starting) where electric field are impressed.

[0175] As shown in drawing 8, to the electric field of the straight polarity to which transmitted light reinforcement becomes bright, a standup speed of response is defined as τ_{aurB} , a falling speed of response is defined as τ_{audB} , to the electric field of the negative polarity to which transmitted light reinforcement becomes dark, a standup speed of response is defined as τ_{aurD} , and a falling speed of response is defined as τ_{audD} . Moreover, τ_{aurB} and τ_{aurD} are named τ_{aur} generically and τ_{audB} and τ_{audD} are named τ_{aud} generically. An electrical potential difference is changed and the result of having measured such speed of responses and transmitted light reinforcement is shown in drawing 9, drawing 10, and drawing 11.

[0176] As shown in drawing 9, focusing on the steady state at the time of no electric-field impressing, with the direction and electrical potential difference of electric field, transmitted light reinforcement can change to a dark condition and bright state, and can also obtain a halftone display. When asked for the contrast ratio from the ratio of the transmitted light reinforcement in electrical-potential-difference value +5V (the maximum bright state), and the transmitted light reinforcement in -5V (the maximum dark condition), it was a very high contrast ratio called 500 or more.

[0177] Speed of response τ_{aur} of a standup is about 100 microseconds, as shown in drawing 10, and it is not dependent on the polarity of electric field, and an electrical potential difference. Although speed of response τ_{aud} of falling is about 3ms - 12ms as shown in drawing 11, and it is not dependent on the polarity of electric field, it becomes so late that an electrical potential difference is high.

[0178] Conventionally, in the pneumatic liquid crystal, the impossible standup speed of response for about 100 microseconds was able to be attained. When switching of this liquid crystal display component was observed rotating a cel with a cross Nicol's prism polarization microscope, it was checked [both maximum dark conditions at the time of -5V impression] also for the maximum bright state at the time of +5V impression every 45 degrees that a quenching location appears and is in plane switching.

[0179] [The electric-field impression approach (2) and property measurement] It impressed making field strength increase to it, whenever it set bipolar electric field of 100ms of pulse width for this liquid crystal display component for 1s like drawing 12, and a speed of response and transmitted light reinforcement were measured, changing an electrical potential difference.

[0180] The reinforcement at the time of having measured transmitted light reinforcement as output voltage of the photomultiplier tube, installing a liquid crystal display component, having used reinforcement at the time of a parallel Nicol's prism as 100% for the reinforcement at the time of the cross Nicol's prism of a polarizing plate in case there is no liquid crystal display component 0%, and impressing electric field was defined as a relative value in the meantime. TS is the transmitted light reinforcement of the steady state in [electric-field] not impressing.

[0181] As shown in drawing 12, transmitted light reinforcement changed focusing on the transmitted light reinforcement TS of the steady state in [electric-field] not impressing so that the polarity of pulse electric field and an electrical potential difference might be followed.

[0182] The time-axis of drawing 12 is expanded and shown in drawing 13. TB and TD express that they are the transmitted light reinforcement by the side of bright state (Bright), and the transmitted light reinforcement by the side of a dark condition (Dark) to the transmitted light reinforcement TS of the steady state in [electric-field] not impressing, respectively.

[0183] The speed of response transmitted light reinforcement indicated the speed of response of finite to be to impression electric field was the almost same value in the case (falling) where it is made reversed to a case [where electric field are impressed] (starting), and reversed-polarity side.

[0184] As shown in drawing 13, falling speed of response τ_{aud} is defined to the electric field of the negative polarity to which standup speed of response τ_{aur} and transmitted light reinforcement become dark to the electric field of the straight polarity to which transmitted light reinforcement becomes bright. An electrical potential difference is changed and the result of having measured such speed of responses and transmitted light reinforcement is shown in drawing 14, drawing 15, and drawing 16.

[0185] As shown in drawing 14, focusing on the steady state at the time of no electric-field impressing, with the direction and electrical potential difference of electric field, transmitted light reinforcement can change to a dark condition and bright state, and can also obtain a halftone display. When asked for the contrast ratio from the ratio of the transmitted light reinforcement in electrical-potential-difference value +5V (the maximum bright state), and the transmitted light reinforcement in -5V (the maximum dark condition), it was a very high contrast ratio called 500 or more.

[0186] Speed of response τ_{aur} of a standup is about 100 microseconds, as shown in drawing 15, and it is not dependent on an electrical potential difference. Speed of response τ_{aud} of falling is not dependent on an electrical potential difference in about 100 microseconds, either, as shown in drawing 16.

[0187] Conventionally, in the pneumatic liquid crystal, the impossible standup for about 100 microseconds and the falling speed of response were able to be attained.

[0188] Since the falling response by clearance of electric field like the electric-field impression approach (1) is viscous relaxation like the pneumatic liquid crystal of the usual method, a speed of response will become slow. On the other hand, like this approach, if it brings down compulsorily by hard flow electric field, the same high-speed response as a standup response can be attained. It is the effective technique as an actuation method of a liquid crystal liquid crystal display component of having used FUREKUSO polarization of this invention.

[0189] When switching of this liquid crystal display component was observed rotating a cel with a cross Nicol's prism polarization microscope, it was checked [both maximum dark conditions at the time of -5V impression] also for the maximum bright state at the time of +5V impression every 45 degrees that a quenching location appears and is in plane switching.

[0190] [Production (1) of a liquid crystal display] The liquid crystal display was produced using alphaSi-TFT substrate of 1000 scan line numbers, and the light filter substrate using the above-mentioned liquid crystal display component.

[0191] With the up Shimowake rate actuation method, it displayed by inputting a video signal. The 1st signal which is an elimination signal was made into null voltage according to the electric-field impression approach (1).

[0192] In a up Shimowake rate actuation method, a standup speed of response must be 2.7 or less ms, and a falling speed of response must be 5 or less ms. the standup speed of response did not have a problem, since a falling speed of response was also 3ms - 12ms, the sharp dynamic image which does not have animation dotage generally could be displayed, it was markedly alike as compared with the conventional liquid crystal display, and the image quality improvement was checked.

[0193] However, since falling speed of responses ran short depending on the signal level, depending on some image scenes, animation dotage has not been improved thoroughly.

[0194] When the angle of visibility was changed and the property was measured, it was the wide-field-of-view angle property which contrast and brightness do not fall to 50% or less to both the directions of a transverse plane, and is not in the conventional liquid crystal display in very large

range called 80 degrees of right and left.

[0195] [Production (2) of a liquid crystal display] The liquid crystal display was produced using alphaSi-TFT substrate of 1000 scan line numbers, and the light filter substrate using the above-mentioned liquid crystal display component.

[0196] It displayed by inputting a video signal with the scanning mode of drawing 6 without the need for up Shimowake rate actuation. The 1st signal which is an elimination signal was made into the reversed-polarity signal of the 2nd signal which is a status signal according to the electric-field impression approach (2).

[0197] In the scanning mode of drawing 6, a standup speed of response and a falling speed of response must be 2.7 or less ms. the standup speed of response and the falling speed of response could display the sharp dynamic image which does not have a problem and does not have animation dotage, and were markedly boiled as compared with the conventional liquid crystal display, and the image quality improvement was checked.

[0198] When the angle of visibility was changed and the property was measured, it was the wide-field-of-view angle property which contrast and brightness do not fall to 50% or less to both the directions of a transverse plane, and is not in the conventional liquid crystal display in very large range called 80 degrees of right and left.

[0199] [Example 2]

[Production of a liquid crystal display component] The liquid crystal display component was produced like the example 1 except having changed rubbing conditions. It gave in the example 1, and although other conditions were the same about rubbing at an example 1 and this example, by this example, 5 times of rubbing was given twice.

[0200] It was 42 degrees when the pre tilt angle of this cel was measured with the magnetic field volumetric method.

[0201] The same substrate was produced 1 more set and rubbing processing was performed to these substrates on the same conditions as the above. On both sides of the spacer of the diameter of 5 micrometer, these substrates were stuck in between. In this case, it was made for the 45 degrees of the directions of rubbing to differ.

[0202] When this liquid crystal display component was observed with the polarization microscope, disclination (corresponding line) like an example 1 was not observed, but was in the uniform orientation condition. Under the cross Nicol's prism, a quenching location was not shown, but it could twist with breadth deformation, and, as for this orientation condition, it turned out that it is the orientation by deformation.

[0203] When electric field were impressed; it was checked that transmitted light reinforcement changes and orientation is changing.

[0204] It considered as the arrangement which, on the other hand, makes the polarization shaft of a polarizing plate in agreement in the direction of rubbing of a substrate like drawing 1. In this condition, the transmitted light has arisen and quenching has not carried out.

[0205] With another polarity, the transmitted light increased from the time of no electric-field impressing further to the transmitted light having disappeared and quenched it in one polarity, when the electric field to impress were observed as direct-current electric field of electrical-potential-difference value 10V and 1s of impression time amount, changing the polarity.

[0206] [The electric-field impression approach (1) and property measurement] It was impressed by this liquid crystal display component, replacing a polarity like an example 1, whenever it set direct-current electric field of 100ms of pulse width for 1s like drawing 7, and a speed of response and transmitted light reinforcement were measured, changing an electrical potential difference. Measurement and a definition of transmitted light reinforcement are the same as that of an example 1. Consequently, the result as shown in drawing 7 and drawing 8 qualitatively like an example 1 was obtained. The definition of TS, TB, TD, taurB, taudB, taurD, taudD, taur, and taud is the same as that of an example 1.

[0207] That is, as shown in drawing 7, transmitted light reinforcement changed focusing on the transmitted light reinforcement TS of the steady state in [electric-field] not impressing so that the polarity of pulse electric field and an electrical potential difference might be followed.

[0208] As shown in drawing 8, transmitted light reinforcement showed the speed of response of

finite to impression electric field. The speed of response was a value which is different by the case (falling) where it is removed with the case (starting) where electric field are impressed.

[0209] When the electrical potential difference was changed and such speed of responses and transmitted light reinforcement were measured, it was the qualitatively same property as drawing 9 measured in the example 1, drawing 10, and drawing 11.

[0210] As shown in drawing 9, focusing on the steady state at the time of no electric-field impressing, with the direction and electrical potential difference of electric field, transmitted light reinforcement can change to a dark condition and bright state, and can also obtain a halftone display. When asked for the contrast ratio from the ratio of the transmitted light reinforcement in electrical-potential-difference value +5V (the maximum bright state), and the transmitted light reinforcement in -5V (the maximum dark condition), it was a very high contrast ratio called 500 or more.

[0211] From drawing 10 of an example 1, speed of response τ_{up} of a standup is about 120 microseconds late, and is not slightly dependent on the polarity of electric field, and an electrical potential difference. Although speed of response τ_{down} of falling is about 3ms - 12ms as shown in drawing 11, and it is not dependent on the polarity of electric field, it becomes so late that an electrical potential difference is high. Conventionally, in the pneumatic liquid crystal, the impossible standup speed of response for about 120 microseconds was able to be attained.

[0212] When switching of this liquid crystal display was observed rotating a cel with a cross Nicol's prism polarization microscope, it was checked [both maximum dark conditions at the time of -5V impression] also for the maximum bright state at the time of +5V impression every 45 degrees that a quenching location appears and is in plane switching.

[0213] Although a speed of response becomes slow by making a pre tilt angle small slightly, the display of uniform orientation can be obtained. Moreover, degradation of a speed of response is range which is satisfactory practical.

[0214] [The electric-field impression approach (2) and property measurement] It impressed making field strength increase to it, whenever it set bipolar electric field of 100ms of pulse width for this liquid crystal display component for 1s like drawing 12, and a speed of response and transmitted light reinforcement were measured, changing an electrical potential difference. Measurement and a definition of transmitted light reinforcement are the same as that of an example 1. Consequently, the result as shown in drawing 12 and drawing 13 qualitatively like an example 1 was obtained. The definition of TS, TB, TD, τ_{upB} , τ_{downB} , τ_{upD} , τ_{downD} , τ_{up} , and τ_{down} is the same as that of an example 1.

[0215] That is, as shown in drawing 12, transmitted light reinforcement changed focusing on the transmitted light reinforcement TS of the steady state in [electric-field] not impressing so that the polarity of pulse electric field and an electrical potential difference might be followed.

[0216] As shown in drawing 13, transmitted light reinforcement showed the speed of response of finite to impression electric field. The speed of response was the almost same value in the case (falling) where it is made reversed to a case [where electric field are impressed] (starting), and reversed-polarity side.

[0217] It was the property qualitatively same as a result of changing an electrical potential difference and measuring such speed of responses and transmitted light reinforcement as drawing 14 measured in the example 1, drawing 15, and drawing 16.

[0218] As shown in drawing 14, focusing on the steady state at the time of no electric-field impressing, with the direction and electrical potential difference of electric field, transmitted light reinforcement can change to a dark condition and bright state, and can also obtain a halftone display. When asked for the contrast ratio from the ratio of the transmitted light reinforcement in electrical-potential-difference value +5V (the maximum bright state), and the transmitted light reinforcement in -5V (the maximum dark condition), it was a very high contrast ratio called 500 or more.

[0219] Speed of response τ_{up} of a standup is about 120 microseconds late, and is not slightly dependent on an electrical potential difference rather than it is shown in drawing 15. Speed of response τ_{down} of falling is not late dependent on an electrical potential difference in about 120 microseconds slightly, either, rather than it is shown in drawing 16. Conventionally, in the

pneumatic liquid crystal, the impossible standup for about 120 microseconds and the falling speed of response were able to be attained.

[0220] Since the falling response by clearance of electric field like the above-mentioned electric-field impression approach (1) is viscous relaxation like the pneumatic liquid crystal of the usual method, a speed of response will become slow. On the other hand, like this approach, if it brings down compulsorily by hard flow electric field, the same high-speed response as a standup response can be attained. It is the effective technique as an actuation method of a liquid crystal display of having used FUREKUSO polarization of this invention.

[0221] When switching of this liquid crystal display was observed rotating a cel with a cross Nicol's prism polarization microscope, it was checked [both maximum dark conditions at the time of -5V impression] also for the maximum bright state at the time of +5V impression every 45 degrees that a quenching location appears and is in plane switching.

[0222] Although a speed of response becomes slow by making a pre tilt angle small slightly, the display of uniform orientation can be obtained. Moreover, degradation of a speed of response is range which is satisfactory practical.

[0223] [Production (1) of a liquid crystal display] The liquid crystal display was produced using alphaSi-TFT substrate of 1000 scan line numbers, and the light filter substrate using the above-mentioned liquid crystal display component.

[0224] With the up Shimowake rate actuation method, it displayed by inputting a video signal. The 1st signal which is an elimination signal was made into null voltage according to the electric-field impression approach (1).

[0225] In a up Shimowake rate actuation method, a standup speed of response must be 2.7 or less ms, and a falling speed of response must be 5 or less ms. the standup speed of response did not have a problem, since a falling speed of response was also 3ms - 12ms, the sharp dynamic image which does not have animation dotage generally could be displayed, it was markedly alike as compared with the conventional liquid crystal display, and the image quality improvement was checked.

[0226] However, since falling speed of responses ran short depending on the signal level, depending on some image scenes, animation dotage has not been improved thoroughly.

[0227] When the angle of visibility was changed and the property was measured, it was the wide-field-of-view angle property which contrast and brightness do not fall to 50% or less to both the directions of a transverse plane, and is not in the conventional liquid crystal display in very large range called 80 degrees of right and left.

[0228] [Production (2) of a liquid crystal display] The liquid crystal display was produced using alphaSi-TFT substrate of 1000 scan line numbers, and the light filter substrate using the above-mentioned liquid crystal display component.

[0229] It displayed by inputting a video signal with the scanning mode of drawing 6 without the need for up Shimowake rate actuation. The 1st signal which is an elimination signal was made into the reversed-polarity signal of the 2nd signal which is a status signal according to the electric-field impression approach (2).

[0230] In the scanning mode of drawing 6 , a standup speed of response and a falling speed of response must be 2.7 or less ms. the standup speed of response and the falling speed of response could display the sharp dynamic image which does not have a problem and does not have animation dotage, and were markedly boiled as compared with the conventional liquid crystal display, and the image quality improvement was checked.

[0231] When the angle of visibility was changed and the property was measured, it was the wide-field-of-view angle property which contrast and brightness do not fall to 50% or less to both the directions of a transverse plane, and is not in the conventional liquid crystal display in very large range called 80 degrees of right and left.

[0232] [Example 3]

[Production of a liquid crystal display component] The liquid crystal display component was produced like the example 2 except having changed rubbing conditions. It gave in the example 2, and although other conditions were the same about rubbing at an example 2 and this example, by this example, 10 times of rubbing was given 5 times.

[0233] It was 5 degrees when the pre tilt angle of this cel was measured with the magnetic field volumetric method.

[0234] The same substrate was produced 1 more set and rubbing processing was performed to these substrates on the same conditions as the above. On both sides of the spacer of the diameter of 5 micrometer, these substrates were stuck in between. In this case, it was made for the 45 degrees of the directions of rubbing to differ.

[0235] When this liquid crystal display component was observed with the polarization microscope, disclination (disclination line) like an example 1 was not observed, but was in the uniform orientation condition. Under the cross Nicol's prism, a quenching location was not shown, but it could twist with breadth deformation, and, as for this orientation condition, it turned out that it is the orientation by deformation.

[0236] When electric field were impressed, it was checked that transmitted light reinforcement changes and orientation is changing.

[0237] It considered as the arrangement which, on the other hand, makes the polarization shaft of a polarizing plate in agreement in the direction of rubbing of a substrate like drawing 1. In this condition, the transmitted light has arisen and quenching has not carried out.

[0238] With another polarity, the transmitted light increased from the time of no electric-field impressing further to the transmitted light having disappeared and quenched it in one polarity, when the electric field to impress were observed as direct-current electric field of electrical-potential-difference value 10V and 1s of impression time amount, changing the polarity.

[0239] [The electric-field impression approach (1) and property measurement] It was impressed by this liquid crystal display component, replacing a polarity like an example 1, whenever it set direct-current electric field of 100ms of pulse width for 1s like drawing 7, and a speed of response and transmitted light reinforcement were measured, changing an electrical potential difference. Measurement and a definition of transmitted light reinforcement are the same as that of an example 1. Consequently, the result as shown in drawing 7 and drawing 8 qualitatively like an example 1 was obtained. The definition of TS, TB, TD, taurB, taudB, taurD, taudD, taur, and taud is the same as that of an example 1.

[0240] That is, as shown in drawing 7, transmitted light reinforcement changed focusing on the transmitted light reinforcement TS of the steady state in [electric-field] not impressing so that the polarity of pulse electric field and an electrical potential difference might be followed.

[0241] As shown in drawing 8, transmitted light reinforcement showed the speed of response of finite to impression electric field. The speed of response was a value which is different by the case (falling) where it is removed with the case (starting) where electric field are impressed.

[0242] When the electrical potential difference was changed and such speed of responses and transmitted light reinforcement were measured, it was the qualitatively same property as drawing 9 measured in the example 1, drawing 10, and drawing 11.

[0243] As shown in drawing 9, focusing on the steady state at the time of no electric-field impressing, with the direction and electrical potential difference of electric field, transmitted light reinforcement can change to a dark condition and bright state, and can also obtain a halftone display. When asked for the contrast ratio from the ratio of the transmitted light reinforcement in electrical-potential-difference value +5V (the maximum bright state), and the transmitted light reinforcement in -5V (the maximum dark condition), it was a high contrast ratio called 500 or more.

[0244] Speed of response taur of a standup is about 1ms later than drawing 10 of an example 2, and is not dependent on the polarity of electric field, and an electrical potential difference. Although speed of response taud of falling is about 3ms - 12ms as shown in drawing 11, and it is not dependent on the polarity of electric field, it becomes so late that an electrical potential difference is high.

[0245] When switching of this liquid crystal display was observed rotating a cel with a cross Nicol's prism polarization microscope, it was checked [both maximum dark conditions at the time of -5V impression] also for the maximum bright state at the time of +5V impression every 45 degrees that a quenching location appears and is in plane switching.

[0246] Although a speed of response becomes slow by making a pre tilt angle small, the display

of uniform orientation can be obtained. Moreover, degradation of a speed of response is the practical range.

[0247] [The electric-field impression approach (2) and property measurement] It impressed making field strength increase to it, whenever it set bipolar electric field of 100ms of pulse width for this liquid crystal display component for 1s like drawing 12, and a speed of response and transmitted light reinforcement were measured, changing an electrical potential difference. Measurement and a definition of transmitted light reinforcement are the same as that of an example 1. Consequently, the result as shown in drawing 12 and drawing 13 qualitatively like an example 1 was obtained. The definition of TS, TB, TD, taurB, taudB, taurD, taudD, taur, and taud is the same as that of an example 1.

[0248] That is, as shown in drawing 12, transmitted light reinforcement changed focusing on the transmitted light reinforcement TS of the steady state in [electric-field] not impressing so that the polarity of pulse electric field and an electrical potential difference might be followed.

[0249] As shown in drawing 13, transmitted light reinforcement showed the speed of response of finite to impression electric field. The speed of response was the almost same value in the case (falling) where it is made reversed to a case [where electric field are impressed] (starting), and reversed-polarity side.

[0250] It was the property qualitatively same as a result of changing an electrical potential difference and measuring such speed of responses and transmitted light reinforcement as drawing 14 measured in the example 1, drawing 15, and drawing 16.

[0251] As shown in drawing 14, focusing on the steady state at the time of no electric-field impressing, with the direction and electrical potential difference of electric field, transmitted light reinforcement can change to a dark condition and bright state, and can also obtain a halftone display. When asked for the contrast ratio from the ratio of the transmitted light reinforcement in electrical-potential-difference value +5V (the maximum bright state), and the transmitted light reinforcement in -5V (the maximum dark condition), it was a high contrast ratio called 500 or more.

[0252] Speed of response taur of a standup is about 1ms late, and is not dependent on an electrical potential difference rather than it is shown in drawing 15. Speed of response taud of falling is not late dependent on an electrical potential difference in about 1ms, either, rather than it is shown in drawing 16.

[0253] Since the falling response by clearance of electric field like the above-mentioned electric-field impression approach (1) is viscous relaxation like the pneumatic liquid crystal of the usual method, a speed of response will become slow. On the other hand, like this approach, if it brings down compulsorily by hard flow electric field, the same high-speed response as a standup response can be attained. It is the effective technique as an actuation method of a liquid crystal display of having used FUREKUSO polarization of this invention.

[0254] When switching of this liquid crystal display was observed rotating a cel with a cross Nicol's prism polarization microscope, it was checked [both maximum dark conditions at the time of -5V impression] also for the maximum bright state at the time of +5V impression every 45 degrees that a quenching location appears and is in plane switching.

[0255] Although a speed of response becomes slow by making a pre tilt angle small, the display of uniform orientation can be obtained. Moreover, degradation of a speed of response is the practical range.

[0256] [Production (1) of a liquid crystal display] The liquid crystal display was produced using alphaSi-TFT substrate of 1000 scan line numbers, and the light filter substrate using the above-mentioned liquid crystal display component.

[0257] With the up Shimowake rate actuation method, it displayed by inputting a video signal. The 1st signal which is an elimination signal was made into null voltage according to the electric-field impression approach (1).

[0258] In a up Shimowake rate actuation method, a standup speed of response must be 2.7 or less ms, and a falling speed of response must be 5 or less ms. the standup speed of response did not have a last-minute problem, since a falling speed of response was also 3ms - 12ms, the sharp dynamic image which does not have animation dotage generally could be displayed, it was

markedly alike as compared with the conventional liquid crystal display, and the image quality improvement was checked.

[0259] However, since falling speed of responses ran short depending on the signal level, depending on some image scenes, animation dotage has not been improved thoroughly.

[0260] When the angle of visibility was changed and the property was measured, it was the wide-field-of-view angle property which contrast and brightness do not fall to 50% or less to both the directions of a transverse plane, and is not in the conventional liquid crystal display in very large range called 80% of right and left.

[0261] [Production (2) of a liquid crystal display] The liquid crystal display was produced using α Si-TFT substrate of 1000 scan-line numbers, and the light filter substrate using the above-mentioned liquid crystal display component.

[0262] It displayed by inputting a video signal with the scanning mode of drawing 6 without the need for up Shimowake rate actuation. The 1st signal which is an elimination signal was made into the reversed-polarity signal of the 2nd signal which is a status signal according to the electric-field impression approach (2).

[0263] In the scanning mode of drawing 6, a standup speed of response and a falling speed of response must be 2.7 or less ms. the standup speed of response and the falling speed of response could display the sharp dynamic image which does not have a problem and does not have animation dotage, and were markedly boiled as compared with the conventional liquid crystal display, and the image quality improvement was checked.

[0264] When the angle of visibility was changed and the property was measured, it was the wide-field-of-view angle property which contrast and brightness do not fall to 50% or less to both the directions of a transverse plane, and is not in the conventional liquid crystal display in very large range called 80 degrees of right and left.

[0265] [Example 4] Pneumatic liquid crystal MLC-6062 and a pneumatic liquid crystal E8 (Merck Co. make) were mixed by the weight ratio 20:1, and from the example 1 to the example 3 was performed similarly. Dielectric anisotropy $\Delta\epsilon$ of E8 is 15.6. $\Delta\epsilon$ of liquid crystal mixture was 0.5 mostly as the weight ratio. The pre tilt angle was changed, changing rubbing conditions, and the example 3 was similarly performed from the example 1.

[0266] In the example 3 (for all, $\Delta\epsilon$ is 0.2), when the pre tilt angle was 5 degrees or more, the high-speed responsibility to need was acquired from the example 1, but to it, by this example, the flexoelectric effect became small because $\Delta\epsilon$ became large, and when a pre tilt angle was not 20 degrees or more, the same result as an example 3 was not able to be obtained from an example 1.

[0267] [Example 5] Pneumatic liquid crystal MLC-6062 and a pneumatic liquid crystal E8 were mixed by the weight ratio 20:2, and from the example 1 to the example 3 was performed similarly. Dielectric anisotropy $\Delta\epsilon$ of E8 is 15.6. $\Delta\epsilon$ of liquid crystal mixture was 1.0 mostly as the weight ratio. The pre tilt angle was changed, changing rubbing conditions, and the example 3 was similarly performed from the example 1.

[0268] In the example 3, when the pre tilt angle was 5 degrees or more, the high-speed responsibility to need was acquired from the example 1, but to it, by this example, the flexoelectric effect became small because $\Delta\epsilon$ became large, and when a pre tilt angle was not 40 degrees or more, the same result as an example 3 was not able to be obtained from an example 1.

[0269] As mentioned above, although the example of this invention was explained, this invention is not limited to this.

[0270] In addition, the liquid crystal display concerning this invention may be constituted as follows. Namely, the liquid crystal display concerning this invention is equipped with the light source to which incidence of the light is carried out from the exterior. In the gap which two or more substrates containing at least one light transmission nature substrate are made to counter, and is formed Are the liquid crystal display constituted by installing liquid crystal, and the electrode which can impress signal wave form electric field to arbitration from the exterior to liquid crystal is formed in a substrate. While modulating the light to which liquid crystal changed the orientation condition and it carried out incidence according to the signal wave form

impressed in the steady state to which liquid crystal is paraelectricity and electric field are not impressed in the display which comes to have the device which visualizes the modulation of light. Between the substrates which counter, although it can twist, the orientation condition of deformation is presented and polarization is not produced, if electric field are impressed, according to breadth deformation and polarization produced according to breadth deformation and the **** effectiveness accompanying [can twist and] deformation [near / one / at least / the substrate] if it can twist, an orientation condition is changed to deformation and another electric field are impressed, according to another breadth deformation and polarization produced according to breadth deformation and the **** effectiveness accompanying [can twist and] deformation at least -- the near substrate of another side -- setting -- another breadth deformation -- and it can twist, and you may constitute so that an orientation condition may be changed to deformation.

[0271] By this invention, high-speed responsibility, a wide-field-of-view angle property, and a halftone display are possible, and a liquid crystal display without the animation dotage which was a problem until now can be offered with a pneumatic liquid crystal. Since there is no image printing at the time of non-display, this liquid crystal display is satisfying also in respect of dependability.

[0272] Moreover, said liquid crystal display is in the orientation condition of the breadth deformation which is in vertical orientation or an abbreviation vertical orientation condition [near / one / at least / the substrate] in the steady state to which electric field were impressed, and in the steady state to which another electric field were impressed, at least, [near the substrate of another side], it may constitute the liquid crystal display concerning this invention so that it may be in the orientation condition of another breadth deformation which is in vertical orientation or an abbreviation vertical orientation condition.

[0273] Moreover, said liquid crystal display sets the liquid crystal display concerning this invention to the steady state to which electric field are not impressed. Between the substrates which counter, can twist, are presenting the orientation condition of deformation and it sets to breadth deformation and the steady state to which electric field were impressed. In the steady state to which it is in the orientation condition of the breadth deformation which is in vertical orientation or an abbreviation vertical orientation condition [near / one / at least / the substrate], and another electric field were impressed the direction of the electric field which are in the orientation condition of another breadth deformation, and are impressed which is in vertical orientation or an abbreviation vertical orientation condition [near the substrate of another side] at least, and field strength -- breadth deformation of the arbitration between the aforementioned orientation conditions -- and you may constitute so that it can twist and may deform into the orientation condition of deformation.

[0274] Moreover, said liquid crystal display carries out orientation of the liquid crystal display concerning this invention with the pre tilt angle of about 45 degrees [near / one / the substrate] in the steady state to which electric field are not impressed, and it is about 45 degrees in pre tilt angle [near the substrate of another side], a different azimuth from the direction of orientation near [one / said] the substrate -- orientation -- carrying out -- breadth deformation -- and although it can twist, it is in the orientation condition of deformation and polarization is produced according to the **** effectiveness in the minute space of deformation of orientation, polarization may be negated, and you may constitute from whole deformation space [orientation] as it does not have polarization.

[0275] Moreover, said liquid crystal display sets the liquid crystal display concerning this invention to the steady state to which electric field are not impressed. Orientation is carried out with a pre tilt angle smaller than 45 degrees at 40 degrees or more [near / one / the substrate], and it sets near the substrate of another side. With a pre tilt angle smaller than 45 degrees at 40 degrees or more a different azimuth from the direction of orientation near [one / said] the substrate -- orientation -- carrying out -- breadth deformation -- and although it can twist, it is in the orientation condition of deformation and polarization is produced according to the **** effectiveness in the minute space of deformation of orientation, polarization may be negated, and you may constitute from whole deformation space [orientation] as it does not

have polarization.

[0276] Moreover, said liquid crystal display carries out orientation of the liquid crystal display concerning this invention with the pre tilt angle of 5 degrees or more [near / one / the substrate] in the steady state to which electric field are not impressed, and it is 5 degrees or more in pre tilt angle [near the substrate of another side]. a different azimuth from the direction of orientation near [one / said] the substrate -- orientation -- carrying out -- breadth deformation -- and although it can twist, it is in the orientation condition of deformation and polarization is produced according to the **** effectiveness in the minute space of deformation of orientation, polarization may be negated, and you may constitute from whole deformation space [orientation] as it does not have polarization.

[0277] Moreover, said liquid crystal display may constitute the liquid crystal display concerning this invention so that preferably smaller [the absolute value of a dielectric anisotropy may be smaller than 1 and] than 0.5.

[0278] Moreover, said liquid crystal display is a active-matrix mold, and the liquid crystal display concerning this invention is set at 1 display period. In the 1st scanning-line group which consists of the scanning line of the moiety of all the scanning lines at least, the 2nd electrical signal is set for the 1st electrical signal to delivery and the 2nd remaining scanning-line group at delivery and the next 1 display period. It is the electric field to which it is the electric field to which delivery and the 1st electrical signal return [the 2nd electrical signal] display information for the 1st electrical signal in delivery and the 2nd scanning-line group, and the 2nd electrical signal gives display information to the 1st scanning-line group, and they are all periods. After the 1st electrical signal is impressed, a liquid crystal molecule is fully reset, the 2nd electrical signal is impressed and a liquid crystal molecule fully switches, you may constitute so that light may carry out incidence.

[0279]

[Effect of the Invention] As mentioned above, liquid crystal sets the liquid crystal display of this invention to the steady state to which electric field are not impressed. And if can twist, the orientation condition of deformation is presented, and polarization is not produced but electric field are impressed, polarization will be produced according to the breadth deformation and **** effectiveness accompanying [can twist and] deformation. a certain breadth deformation -- according to this polarization It is the breadth deformation according to the above-mentioned electric field different from the time impressed and the configuration of being able to twist and changing an orientation condition to deformation. [steady state / to which the above-mentioned electric field are not impressed selectively at least]

[0280] Thereby, because of the **** effectiveness, since change of the above-mentioned orientation condition is in plane switching while a response is dramatically high-speed, an angle of visibility can be made large. so, the problem of response[high-speed]-izing and wide-field-of-view cornification is attained with the easy conventional opposite substrate electrode structure, and there is no animation dotage -- extensive -- the effectiveness that an angle of visibility liquid crystal display can be offered is done so.

[0281] Moreover, in addition to the above-mentioned configuration, the liquid crystal display of this invention is set at 1 display period. In the 1st scanning-line group which consists of the scanning line of the moiety of all the scanning lines at least, the 2nd electrical signal is set for the 1st electrical signal to delivery and the 2nd remaining scanning-line group at delivery and the next 1 display period. In delivery and the 2nd scanning-line group, the 1st electrical signal for the 2nd electrical signal at the 1st scanning-line group Delivery, The 1st electrical signal is electric field which return display information, and the 2nd electrical signal is electric field which give display information, and is a configuration in which the crepuscular rays which the 1st electrical signal was impressed, the liquid crystal molecule was reset, the 2nd electrical signal was impressed, and the liquid crystal molecule switched carry out incidence.

[0282] the effectiveness by the above-mentioned configuration since it becomes unnecessary to make into a high speed so much the rate (the rate of rise and falling rate) which can reduce the count of the processing which gives display information to a pixel electrode during 1 display period, and gives the display information on the scanning line per one by this to a pixel electrode

-- in addition, animation dotage -- there is nothing -- extensive -- the effectiveness that an angle of visibility liquid crystal display can offer using the easy equipment of production does so. [0283] Moreover, in addition to the above-mentioned configuration, the liquid crystal display of this invention is set at 1 display period. They are the electric field to which delivery and the 1st electrical signal return the 1st electrical signal and 2nd electrical signal to each scanning line, and return display information by turns. The 2nd electrical signal is electric field which give display information, the 1st electrical signal is impressed and a liquid crystal molecule is reset. The crepuscular rays which the 2nd electrical signal was impressed and the liquid crystal molecule switched carry out incidence, and the polarity of the 1st electrical signal of the above and the 2nd electrical signal is a reverse configuration mutually.

[0284] Since the shift to a reset condition can be made steep by this unlike turning off impression of electric field, in addition to the effectiveness by the above-mentioned configuration, a response is more possible for a high speed, and the effectiveness that animation dotage is further mitigable is done so.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the explanatory view showing the appearance of the liquid crystal in the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 2] It is the explanatory view showing the appearance of the liquid crystal in the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 3] It is the explanatory view showing the appearance of the liquid crystal in the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 4] It is the explanatory view showing the appearance of the liquid crystal in the liquid crystal display of this invention.

[Drawing 5] It is the explanatory view showing the relation between the scanning mode of the liquid crystal display of this invention, and the luminescence stage of the light source.

[Drawing 6] It is the explanatory view showing the relation between the scanning mode of the liquid crystal display of this invention, and the luminescence stage of the light source.

[Drawing 7] It is the explanatory view showing the property of the liquid crystal display of the example of this invention.

[Drawing 8] It is the explanatory view showing the property of the liquid crystal display of the example of this invention.

[Drawing 9] It is the explanatory view showing the property of the liquid crystal display of the example of this invention.

[Drawing 10] It is the explanatory view showing the property of the liquid crystal display of the example of this invention.

[Drawing 11] It is the explanatory view showing the property of the liquid crystal display of the example of this invention.

[Drawing 12] It is the explanatory view showing the property of the liquid crystal display of the example of this invention.

[Drawing 13] It is the explanatory view showing the property of the liquid crystal display of the example of this invention.

[Drawing 14] It is the explanatory view showing the property of the liquid crystal display of the example of this invention.

[Drawing 15] It is the explanatory view showing the property of the liquid crystal display of the example of this invention.

[Drawing 16] It is the explanatory view showing the property of the liquid crystal display of the example of this invention.

[Drawing 17] It is the perspective view showing the configuration of the liquid crystal display of a passive matrix.

[Drawing 18] It is the perspective view showing the configuration of the liquid crystal display of an active matrix.

[Drawing 19] It is the sectional view showing the configuration of a liquid crystal display.

[Drawing 20] It is the explanatory view in which explaining to the cause which animation dotage produces and showing the time response of an impulse mold.

[Drawing 21] It is the explanatory view in which explaining to the cause which animation dotage produces and showing the time response of a hold mold.

[Drawing 22] It is the explanatory view showing how liquid crystal performs an impulse mold display a .

[Drawing 23] (a) And (b) is the explanatory view showing the appearance of the liquid crystal in the liquid crystal display using the pneumatic liquid crystal by the conventional dielectric anisotropy.

[Drawing 24] (a) And (b) is the explanatory view showing the appearance of the liquid crystal in the liquid crystal display which used the conventional ferroelectric liquid crystal.

[Drawing 25] (a) And (b) is the explanatory view showing the situation of full switching of the liquid crystal in the liquid crystal display using the pneumatic liquid crystal by the conventional dielectric anisotropy.

[Drawing 26] (a) And (b) is the explanatory view showing the situation of halftone switching of the liquid crystal in the liquid crystal display using the pneumatic liquid crystal by the conventional dielectric anisotropy.

[Drawing 27] It is the explanatory view showing the appearance of the liquid crystal in the liquid crystal display using the pneumatic liquid crystal by the conventional dielectric anisotropy.

[Drawing 28] (a) Or (d) is the explanatory view showing the situation of vertical switching of the liquid crystal in the conventional liquid crystal display.

[Drawing 29] (a) Or (d) is the explanatory view showing the situation of in plane switching of the liquid crystal in the conventional liquid crystal display.

[Drawing 30] (a) And (b) is the explanatory view showing the appearance of the pneumatic liquid crystal by the conventional dielectric anisotropy, and the liquid crystal in the liquid crystal display using an in plane switching electrode.

[Drawing 31] It is the explanatory view in which showing the flexoelectric effect of a tear type molecule, and showing the condition that there is no breadth deformation.

[Drawing 32] It is the explanatory view in which showing the flexoelectric effect of a tear type molecule, and showing the condition of having carried out breadth deformation.

[Drawing 33] It is the explanatory view in which showing the flexoelectric effect of a banana mold molecule, and showing the condition that there is no deflection deformation.

[Drawing 34] It is the explanatory view in which showing the flexoelectric effect of a banana mold molecule, and showing the condition of having carried out deflection deformation.

[Drawing 35] It is the explanatory view showing a flexoelectric effect.

[Drawing 36] (a) Or (c) is the explanatory view showing the appearance of the liquid crystal in the liquid crystal display using the cholesteric liquid crystal by the conventional flexoelectric effect.

[Drawing 37] (a) Or (c) is the explanatory view showing the appearance of the liquid crystal in

the liquid crystal display using the pneumatic liquid crystal by the conventional flexoelectric effect.

[Drawing 38] (a) And (b) is the explanatory view showing the appearance of the liquid crystal in the liquid crystal display using the pneumatic liquid crystal by the conventional flexoelectric effect.

[Description of Notations]

- 1 Two Substrate
- 3 Four Electrode
- 5 Six Insulator layer
- 7 Eight Orientation film
- 9 Spacer
- 10 Adhesives
- 11 Liquid Crystal
- 12 13 Polarizing plate
- 14 Signal Electrode
- 15 Switching Element
- 16 Liquid Crystal Molecule

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

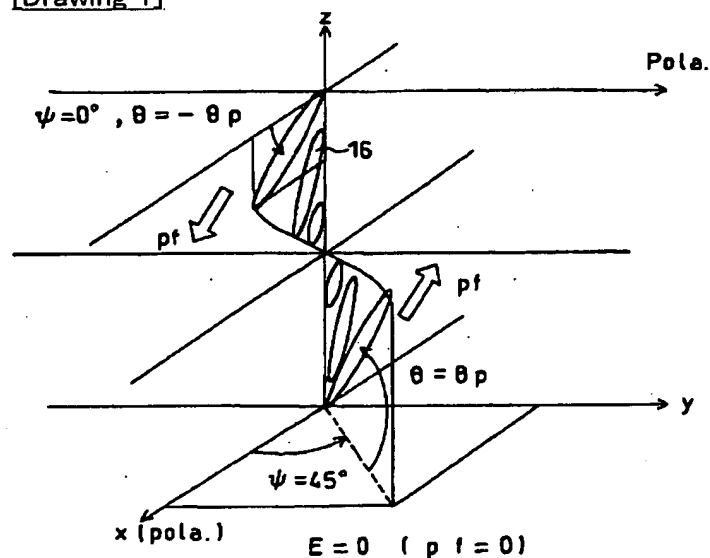
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

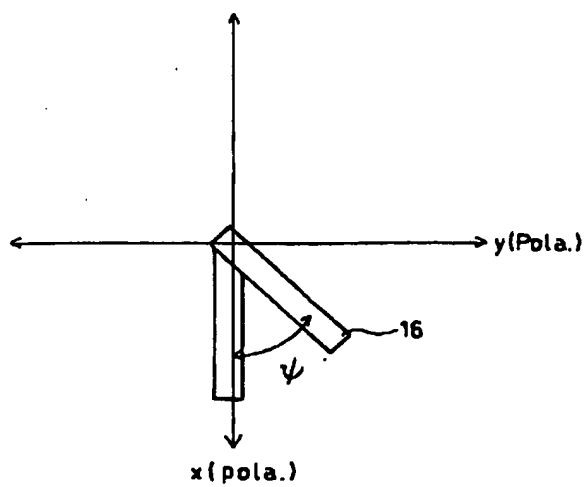
3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

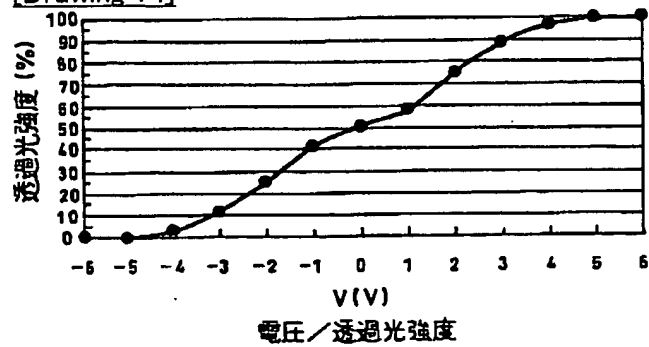
[Drawing 1]



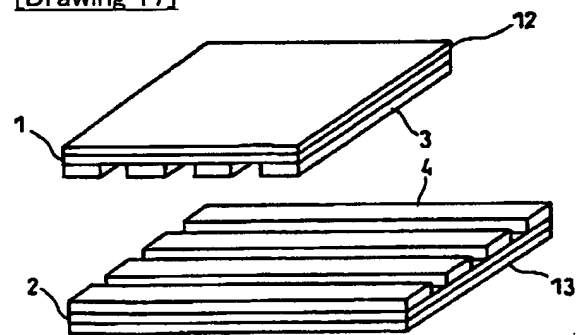
[Drawing 4]



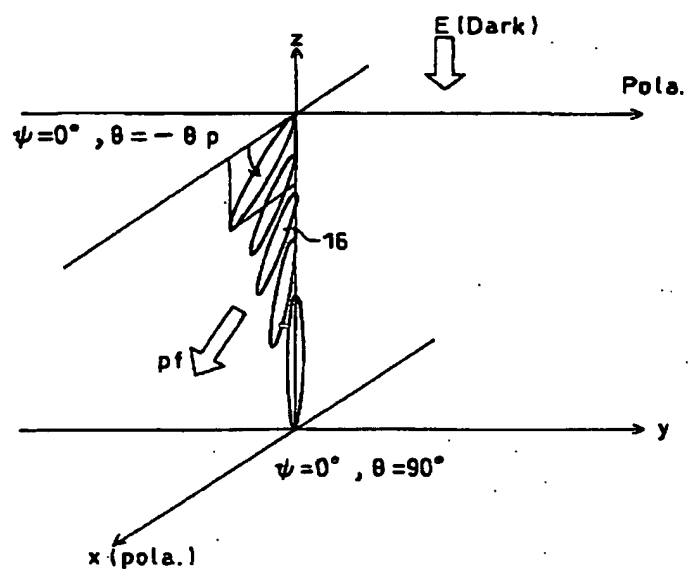
[Drawing 14]



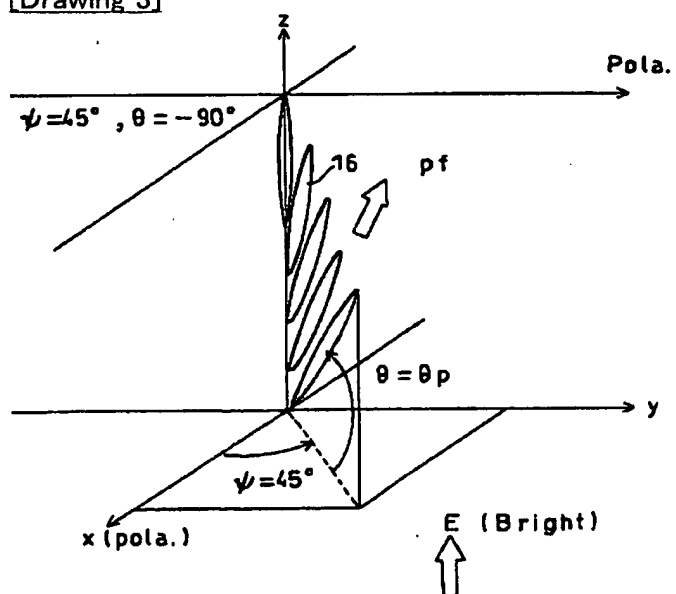
[Drawing 17]



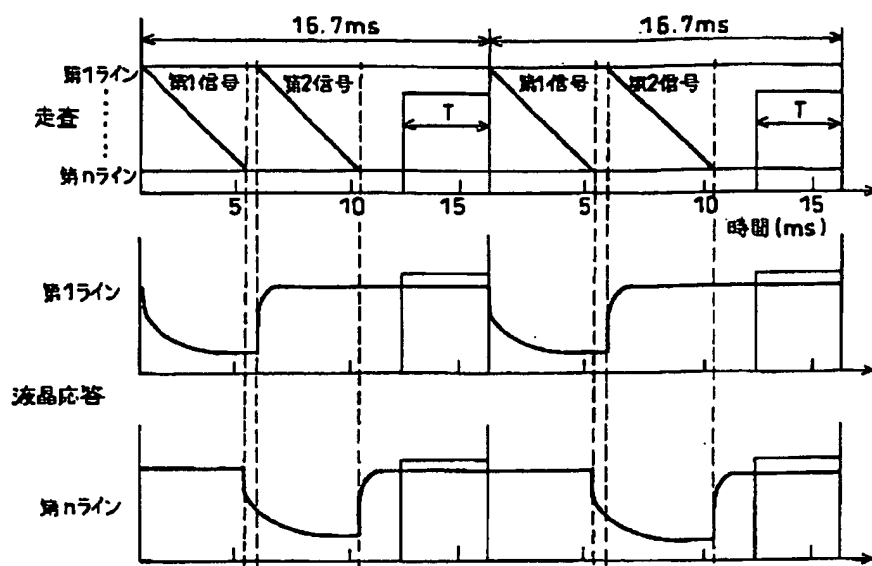
[Drawing 2]



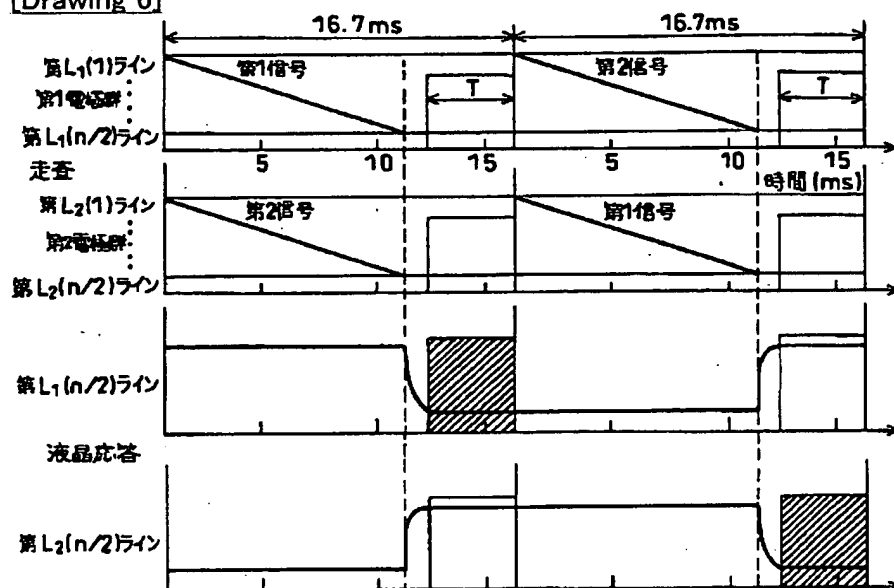
[Drawing 3]



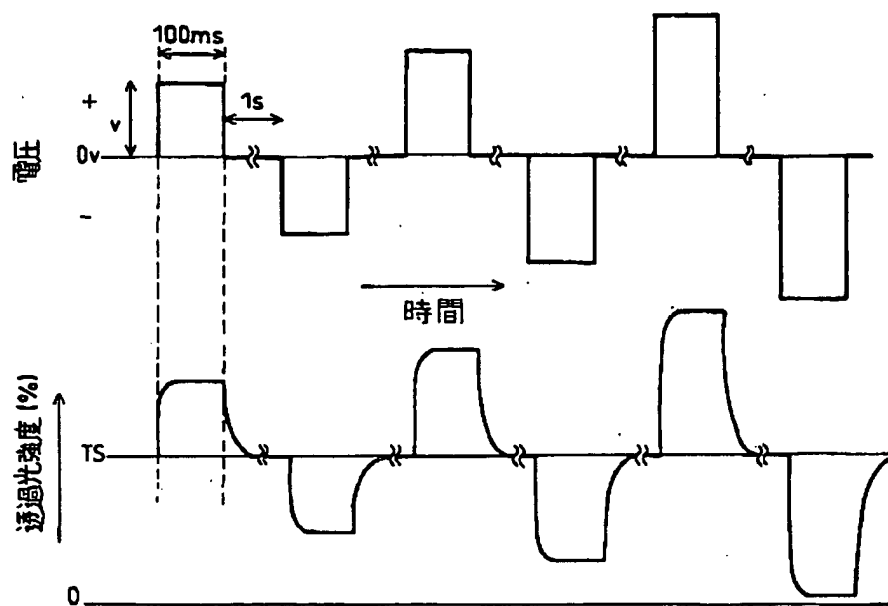
[Drawing 5]



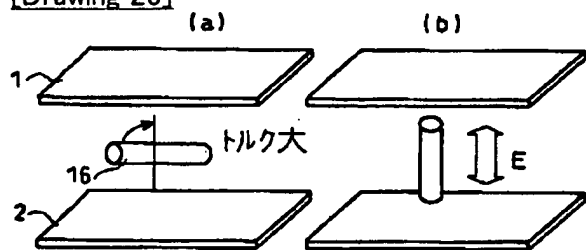
[Drawing 6]



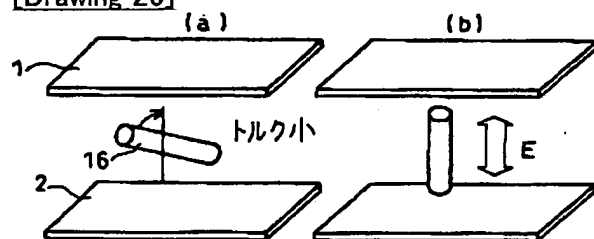
[Drawing 7]



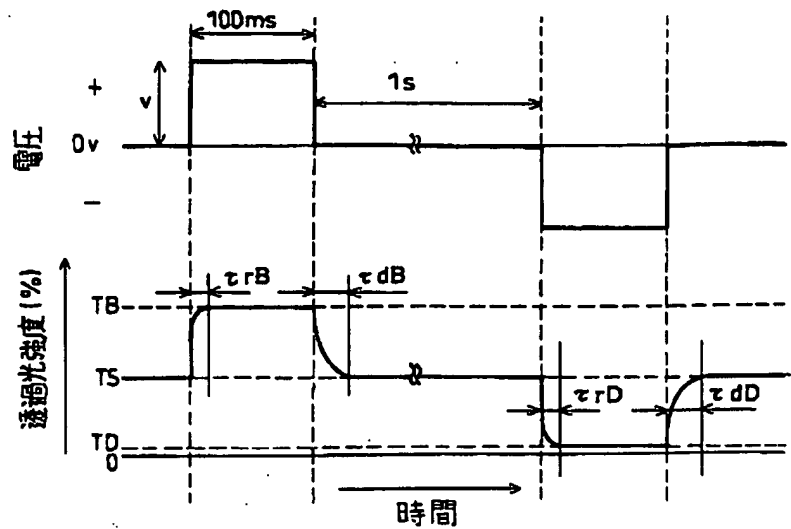
[Drawing 25]



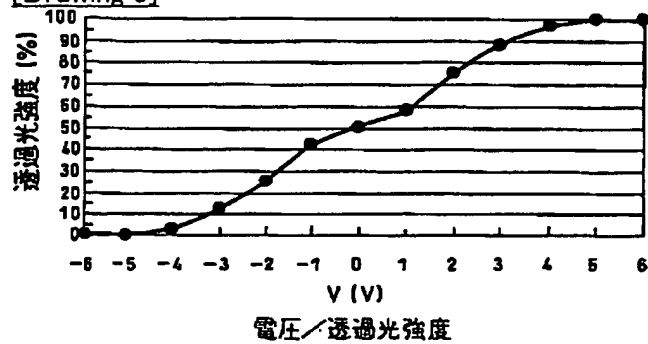
[Drawing 26]



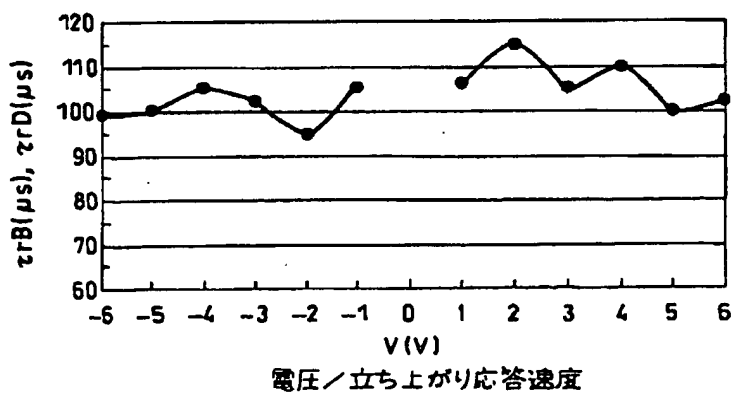
[Drawing 8]



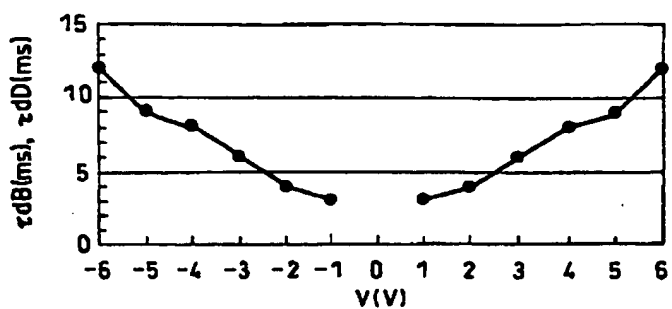
[Drawing 9]



[Drawing 10]

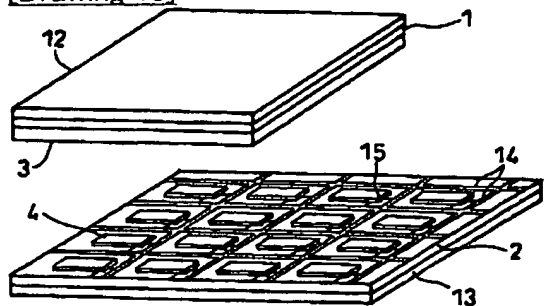


[Drawing 11]

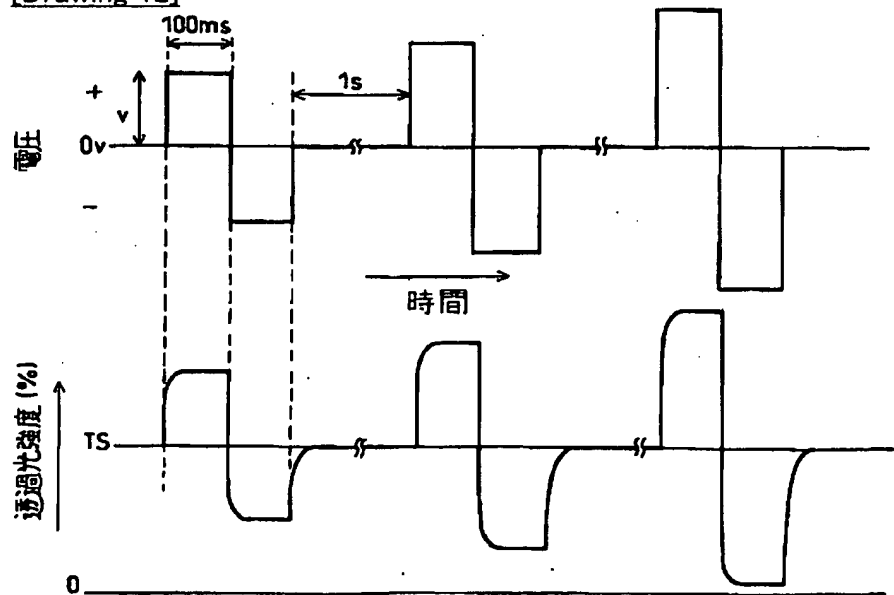


電圧／立ち下がり応答速度

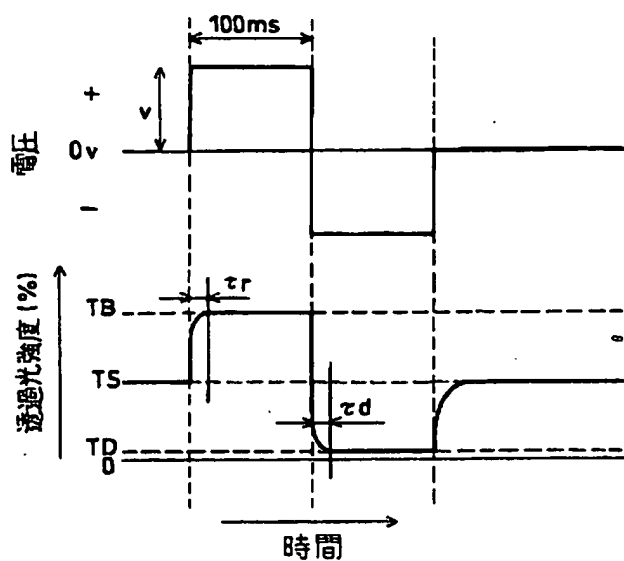
[Drawing 18]



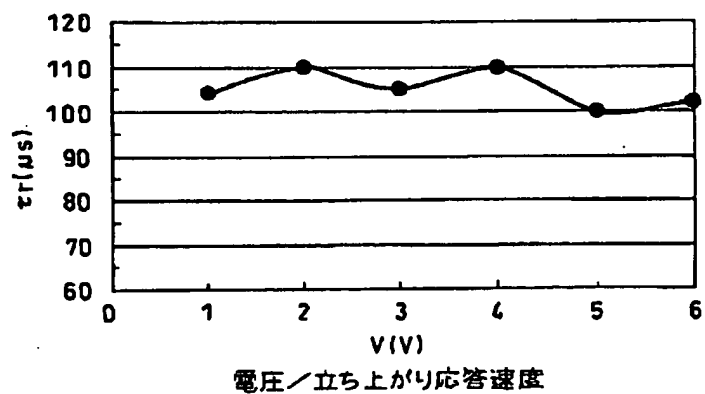
[Drawing 12]



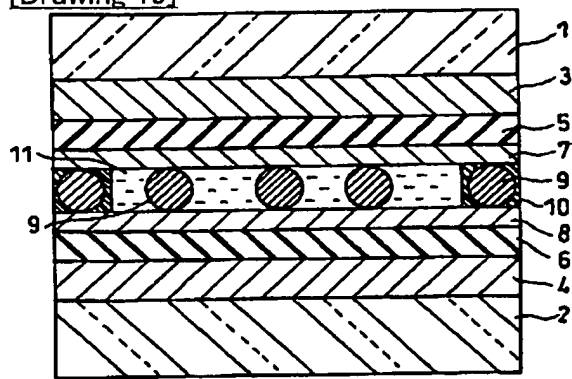
[Drawing 13]



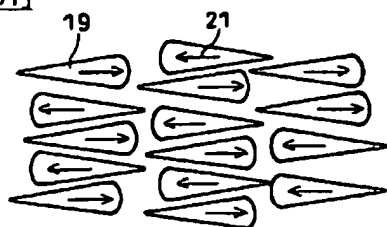
[Drawing 15]



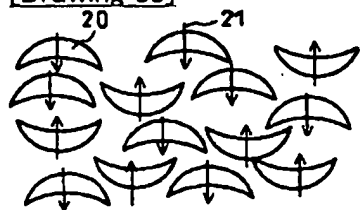
[Drawing 19]



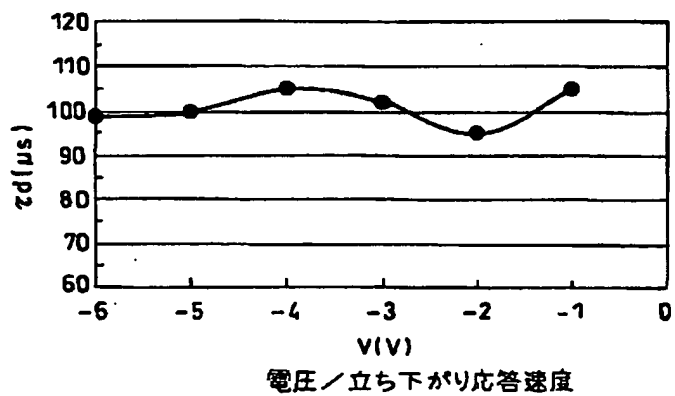
[Drawing 31]



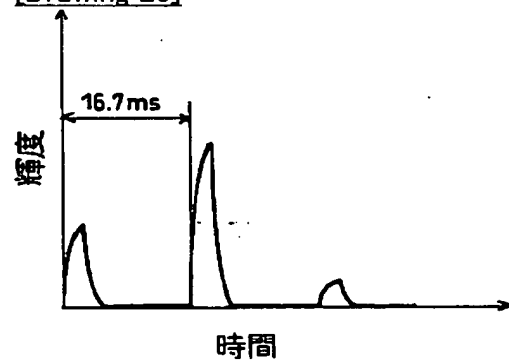
[Drawing 33]



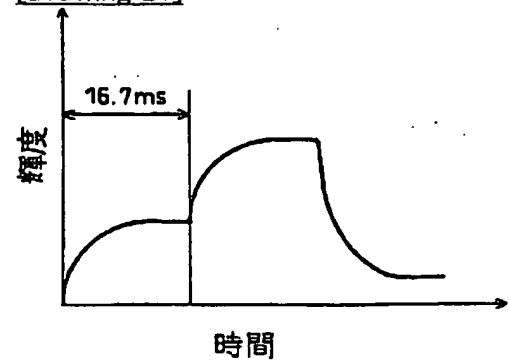
[Drawing 16]



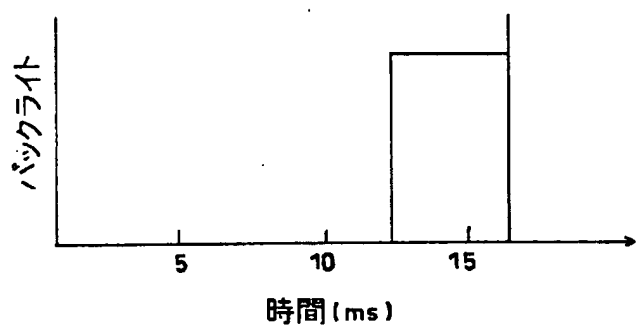
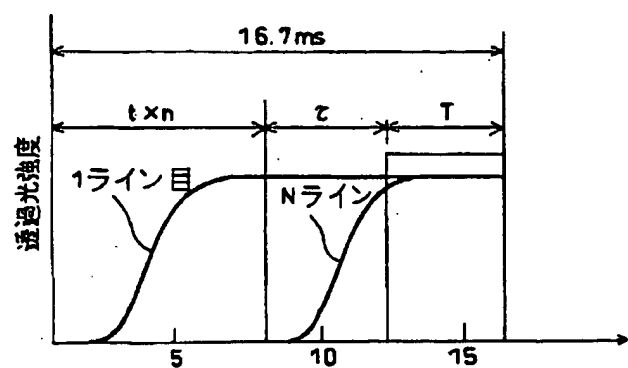
[Drawing 20]



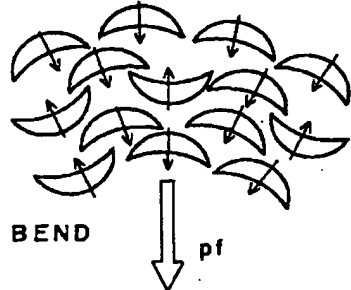
[Drawing 21]



[Drawing 22]



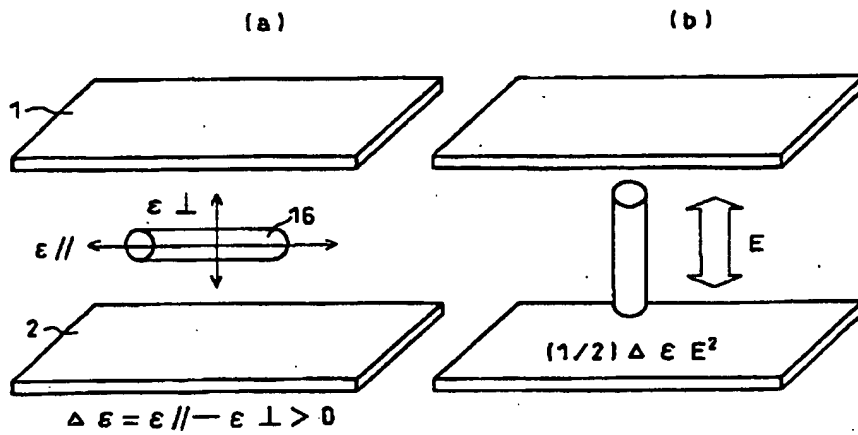
[Drawing 34]



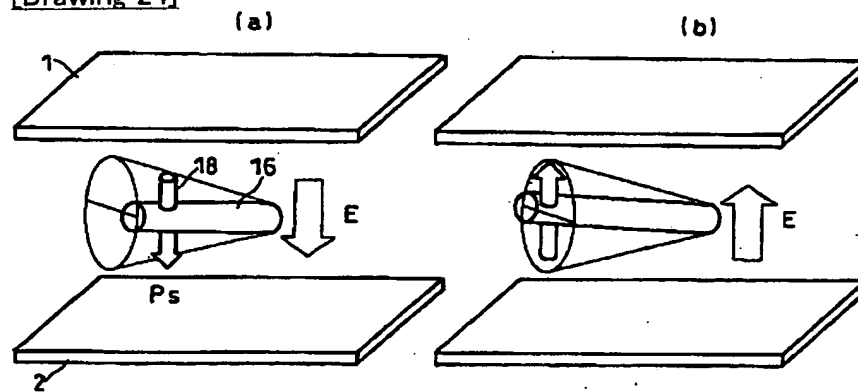
[Drawing 35]



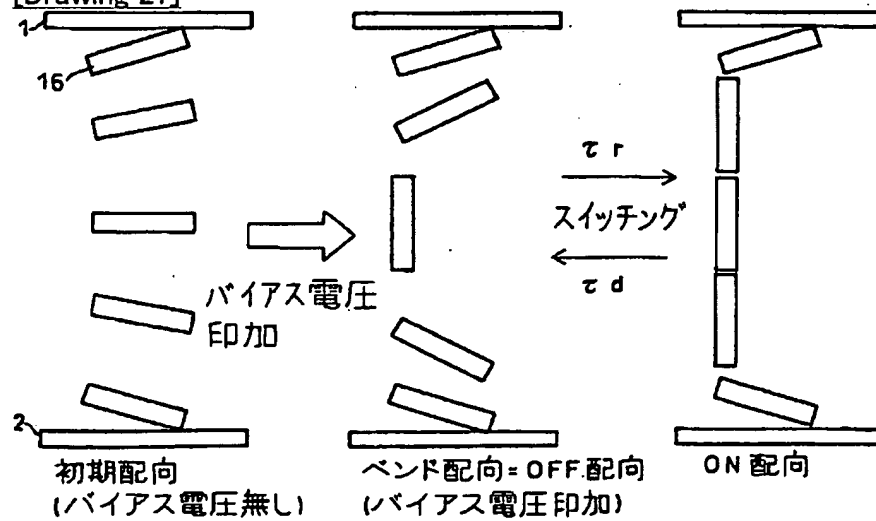
[Drawing 23]



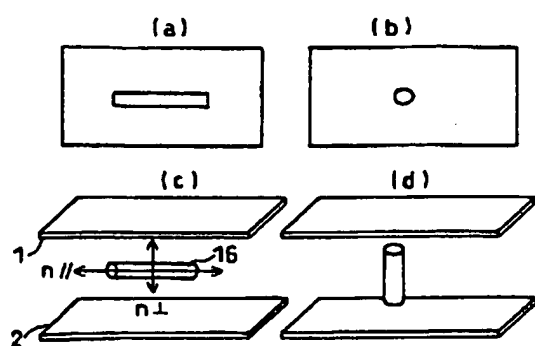
[Drawing 24]



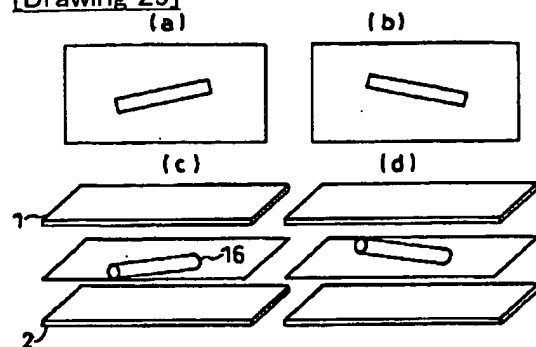
[Drawing 27]



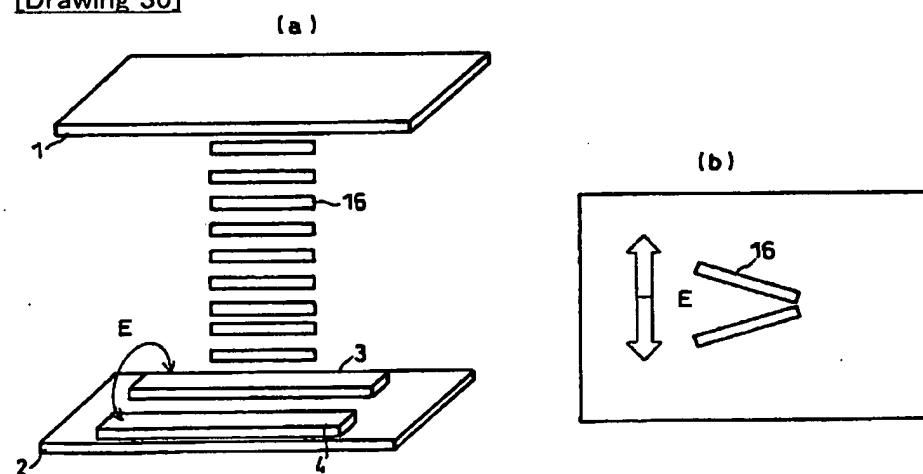
[Drawing 28]



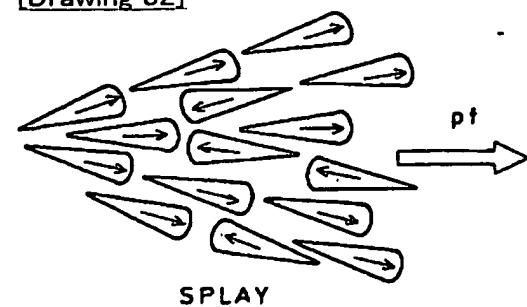
[Drawing 29]



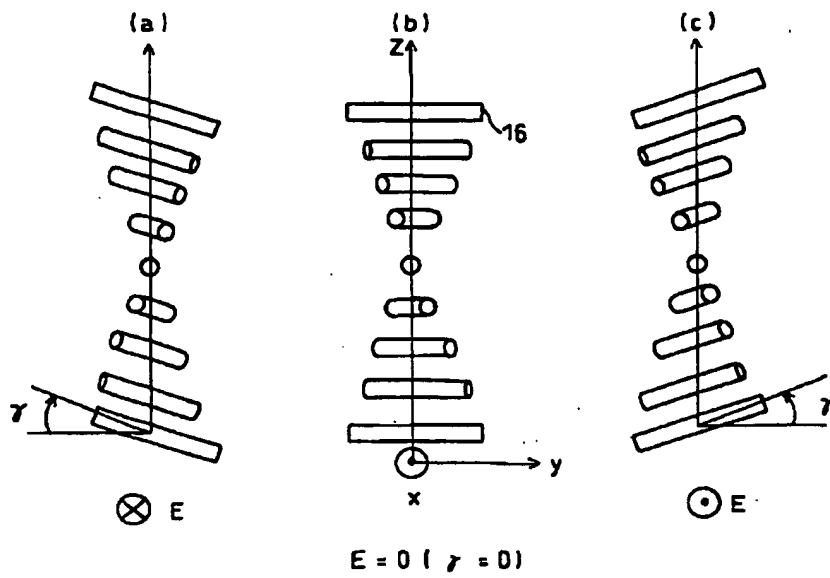
[Drawing 30]



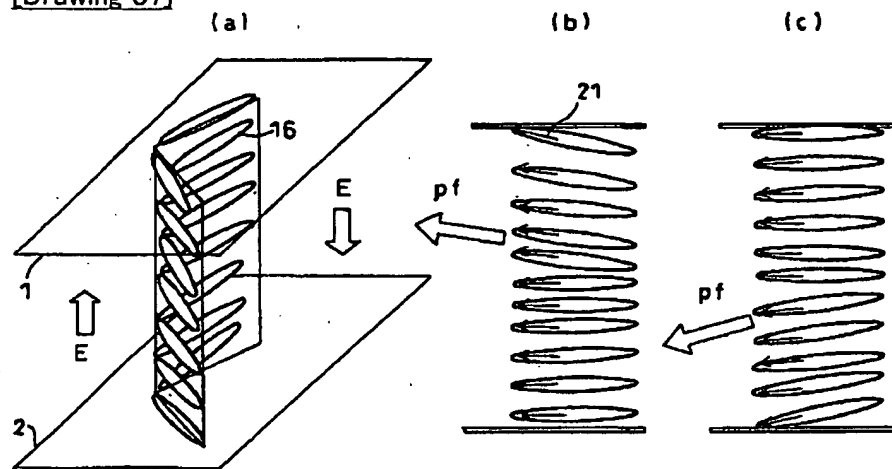
[Drawing 32]



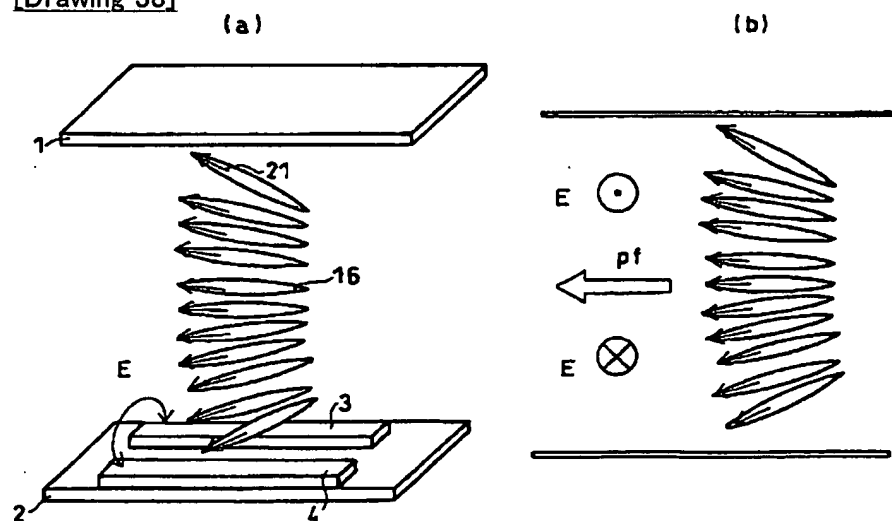
[Drawing 36]



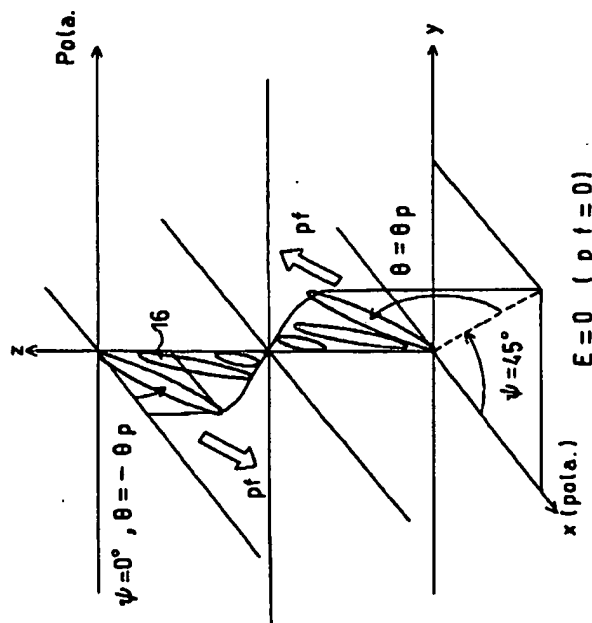
[Drawing 37]



[Drawing 38]



[Translation done.]



【特許請求の範囲】

【請求項 1】液晶に光を入射させるとともに表示画像に応じた信号波形に沿った電界を液晶に印加して上記電界に応じて液晶の配向状態を変化させることにより上記入射光を変調する液晶表示装置において、

液晶が、

電界の印加されていない定常状態において、ある広がり変形および捻じれ変形の配向状態を呈しており、分極を生じておらず、

電界が印加されると、広がり変形および捻じれ変形に伴う誘電効果によって分極を生じさせ、この分極により、少なくとも部分的に、上記電界の印加されていない定常状態のときとは別の、印加される上記電界に応じた広がり変形および捻じれ変形へと配向状態を変化させることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】1 表示期間において、少なくとも全走査線のうちの半数の走査線から成る第 1 の走査線群には第 1 の電気信号を送り、残りの第 2 の走査線群には第 2 の電気信号を送り、次の 1 表示期間においては、第 1 の走査線群に第 2 の電気信号を送り、第 2 の走査線群には第 1 の電気信号を送り、

第 1 の電気信号は表示情報を元に戻す電界であり、第 2 の電気信号は表示情報を与える電界であり、第 1 の電気信号が印加されて液晶分子がリセットされ、第 2 の電気信号が印加されて液晶分子がスイッチングした後光が入射することを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】1 表示期間において、各走査線に第 1 の電気信号と第 2 の電気信号とを交互に送り、

第 1 の電気信号は表示情報を元に戻す電界であり、第 2 の電気信号は表示情報を与える電界であり、第 1 の電気信号が印加されて液晶分子がリセットされ、第 2 の電気信号が印加されて液晶分子がスイッチングした後光が入射するものであり、

上記第 1 の電気信号と第 2 の電気信号とは極性が互いに逆であることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンピュータやテレビ受像機その他の画像情報表示に用いられる液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置は、図 17 および図 18 に示すように、一对の透明な基板 1、2 を、電極 3、4 が形成された面が内側になるように直交させて貼り合わせて作製する。図 19 は、その断面構造を示したものであり、透明な電極 3、4 上には必要に応じて絶縁膜 5、6、配向膜 7、8 が積層され、配向膜には必要に応じてラビング等の配向処理が施される。所望の径のスペーサ

ー 9 を基板上に配置することにより均等な間隙を確保して、両基板を貼り合わせ接着剤 10 によって固定する。最後に、接着剤の一部に開けられた孔より液晶 11 を注入し、注入孔を封止して完成する。配向膜に施される配向処理により、液晶は一様配向を呈する。各々の電極は外部に引き出し部を有しており、任意の信号波形電界を液晶に印加できるようになっている。印加される電界に応じて液晶は配向を変化させ、液晶層を通過する光を偏光、変調させる。必要に応じて光の偏光、変調を可視化する偏光板（偏光子）12、13 を設置することにより、表示装置としての機能を得ることができる。液晶層に光を通過させるため、少なくとも一方の電極は ITO（Indium-Tin Oxide、インジウム錫酸化物）等から成る透明電極である必要がある。

【0003】図 17 および図 18 に示すように、液晶表示装置はその電極構造により 2 種類がある。ストライプ形状に形成した電極を交差させる単純マトリクス方式（図 17）と、一方基板に交差する信号電極 14 とトランジスタなどのスイッチング素子 15 を形成するアクティブマトリクス方式（図 18）である。液晶材料としては、どちらの方式も現在のところほとんどがネマティック液晶が使用されている。

【0004】単純マトリクス方式は構造が簡単で作製が容易である反面、画素ごとにスイッチング素子を持たないためすべての画素が液晶の静電容量で結合され、画素数の増加に伴い画素ごとのスイッチングのしきい値が明確でなくなり表示画像が不鮮明になる、いわゆるクロストークの問題を本質的に抱えている。また、透明電極である ITO やネサ膜は電導体であっても金属等に比較して抵抗値が 100 倍から 1000 倍程度高く、表示装置の大型化、大表示容量化に伴い透明電極の電極抵抗による信号波形の歪みが重大な問題となる。特開平 9-127484 号公報（特願平 7-287671 号）のように透明電極と金属配線とを並列に設置することで電極抵抗を低減する試みも成されているが、開口率が狭くなることによる輝度の低下や単純マトリクス本来の特徴である製造の容易さが失われる結果となっている。

【0005】一方、アクティブマトリクス方式は画素ごとにスイッチング素子を作り込むため、単純マトリクス方式に比べると作製は容易ではないが、各画素を独立に駆動することができるので、クロストークの問題が無く、単純マトリクス方式に比べると格段に鮮明な画像を表示することができる。また、光の透過に寄与しない信号線を Ti、Al といった金属で作製することができ、また、対向の透明電極もパターンの必要のないベタ形状であるため電極抵抗による信号波形の歪みの問題が極めて少ない。このため、表示装置の大型化、大表示容量化についても比較的容易に対応することができる。

【0006】単純マトリクス方式の構造の簡単さを活かして、クロストークの問題を強誘電性液晶を利用して解

決しようとする試みが成されている(N. Itoh 等による Proceedings of The Fifth International Display Workshop(IDW'98),(1998)p.205「17" Video-Rate Full Color LCD」、以下文献1と称する)。強誘電性液晶はメモリー性と μs (μ 秒)桁の高速応答性を有するため(N.Clark 等による Apply.Phys.Lett., 36(1980), p. 899「Submicrosecond bistable electro-optic switching in liquid crystals」、以下文献2と称する)、従来のメモリー性を持たないネマティック液晶を用いた単純マトリクス方式とは異なり、走査線ごとに高速で表示情報を、書き込まれた表示情報を書き換え信号が入力されるまで電圧を印加しないで保持する、線順次駆動方式を適用することが可能である。これによりクロストークが発生することなく、単純マトリクス方式でもアクティブマトリクス方式と変わらない鮮明な画像を表示することができる。

【0007】しかし、単純マトリクス方式であれば、強誘電性液晶を利用した場合でも電極抵抗の問題は解決されない。電極抵抗の問題は信号波形の歪みという問題を発生させるが、この問題は表示装置の大型化、大表示容量化だけでなく、信号波形の高速化に対しても重大な問題となり、特に高速応答性を利用する強誘電性液晶では前述の透明電極と金属配線を並列に設置する技術が不可欠であり、開口率が狭くなることによる輝度の低下や、単純マトリクス本来の特徴である製造の容易さが失われる結果となっている。また、電極抵抗の問題は消費電力の増加、パネルの発熱と言った問題も発生させてしまう。

【0008】このような点から、一部の低機能の表示装置を除いて、高解像度の動画表示対応の液晶表示装置としてはアクティブマトリクス方式が優れている。この中でも、3端子素子である薄膜トランジスタ(TFT)方式が他の2端子素子である金属・絶縁膜・金属積層(MIM)方式等と比べ優れている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】現在、TFT方式とネマティック液晶を組み合わせた表示装置により20型の液晶テレビも実現しており、一見すると平面表示装置は、現在のTFT-ネマティック液晶の方式で技術的に完成し、あとはさらなる大型化、大表示容量化に向けて改良されていくだけのようと思われる。

【0010】しかし、液晶表示装置が現在、表示装置の主流であるCRTと競合し、将来、平面表示装置として、大型、大重量という問題を抱えるCRTに置き換わるには画質の面で幾つかの重大な問題が残されている。

【0011】最も重要な問題は、液晶の信号波形電界に対する応答速度が遅いことであり、もう一つは、十分に広い視野角が得られていないことである。

【0012】はじめに、液晶の応答速度と画質の関係について説明する。

【0013】現在のTFT-ネマティック液晶表示装置(以下LCDと表現する)では、動画表示でボケ妨害が知覚され、大きな問題となっている。その原因が、栗田による平成10年液晶学会:LCDフォーラム主催「LCDがCRTモニター市場に食い込むには—動画表示の観点から—」、1項「ホールド型ディスプレイの表示方式と動画表示における画質」(以下文献3と称する)に詳しく説明されている。

【0014】CRTとLCDとではその表示光の時間応答が異なり、図20に示すようにCRTの表示光はインパルス型であり、図21に示すようにLCDの表示光はホールド型である。これは液晶が自発光ではなく、バックライトの光を透過、遮光させるシャッターとしてのみ機能していることと、現在の液晶の応答速度が15ms程度であるため、16.7msの1フィールド(1表示期間)内いっばいを使って応答していることによるものである。

【0015】説明のため、応答時間も応答速度と同一の意味として表現する。

【0016】このようなホールド型表示では、眼球運動のうち、動画像を知覚する上で最も重要な随従運動(左右両眼がほぼ同様に動物体に滑らかに追従する動き)と、視覚の時間積分効果とがほぼ完全であれば、観察者に知覚されるのはいくつかの画素の平均の明るさとなり、異なる画素で表現されるはずの画像内容は完全に消失してしまう。

【0017】随従運動は、動き速度の増大とともにその眼球運動に占める割合が低下するが、4~5(度/秒)以内の動きであれば随従運動のみで追従できるとされている。また、短時間での随従の最高速度は30(度/秒)とされる。時間積分効果については、ある程度以下の輝度であれば、数10ms以内の短時間内の光刺激はほぼ完全に積分されると考えられる。実際に表示される多くの動画像が、これらの角速度および輝度を満たすため、ホールド型表示ではいわゆるアイトラッキングによって動画ボケが生じてしまう。

【0018】LCDで動画ボケを根本的に無くすためには、CRTと同じインパルス型表示にする必要がある。これには、バックライトを現在のように常時点灯させるのではなく、シャッターを用いて見かけ上のインパルス発光にする方法や、高速にブラッシングさせる方法があるが、いずれの場合も液晶の応答速度を現在よりも大幅に高速化する必要がある。

【0019】図22を用いてこの説明を行う。図22は横軸に時間、縦軸にバックライトの発光量とLCDの透過光量を示したものである。図22中で、 t はTFTの走査信号線であるゲートを開くために必要な時間(ゲートON時間)であり、 n は走査信号線(ゲートライン)の本数である。このため、走査線数(走査ライン数) n 本の表示装置であれば、全てのTFTをONするために

は $t \times n$ の時間を必要とする。

【0020】図22中の曲線は液晶の時間応答特性であり、 τ は液晶の応答速度（応答時間）である。

【0021】最終の n 本目のゲートラインをONしてから、 n ライン目の液晶が応答した後に、バックライトを点灯あるいは発光させることにより、CRTと同様なインパルス型表示を行うことができる。

【0022】インパルス型表示として有効なバックライトの発光期間比率（コンパクション比）は、上記文献3によると、1フィールド（1表示期間）16.7msのうちの25%とされており、これにより、光源点灯期間（バックライトの発光期間） T は約4msとしなければならない。また、走査線数1025本のハイビジョン放送を再現しようとするれば、 n は約1000である。

【0023】液晶の応答速度は、

$$\tau = 16.7 \text{ ms} - t \times n - T$$

である。このため、

$$\tau \leq 16.7 \text{ ms} - 4 \text{ ms} - t \times n$$

とする必要がある。

【0024】現在、TFTのゲートON時間 t は、20"の大型表示装置が実現しているアモルファスシリコン $\alpha \text{Si-TFT}$ で約10 μs 、大型化は困難であるが電子移動度の高いポリシリコン PSi-TFT で約3 μs である。

【0025】このことから、動画ボケの無いフルスペックの動画像を実現するために必要な液晶の応答速度は、 $\alpha \text{Si-TFT}$ を用いた場合に2.7ms以下、 PSi-TFT を用いることができて9.7ms以下でなければならないことがわかる。実際は、 PSi-TFT はプロセス温度が1000 $^{\circ}\text{C}$ 以上と高いため、通常のガラス基板を使用することができず石英ガラスを使用しなければならない。このため、大型化が困難であり、フルスペックのハイビジョン放送を実現する表示装置は実現性が乏しい。

【0026】現在の液晶の応答速度は、前述した様に15ms程度であり、バックライトシステムをインパルス型に変更しても、 $\alpha \text{Si-TFT}$ を用いて2.7ms以下の応答速度で、動画ボケの無いフルスペックの動画像を実現することは無理である。

【0027】現在の液晶の応答速度が遅いことは以下の理由による。

【0028】図23は現在のネマティック液晶の電界応答を示している。円柱は液晶分子16を表現している。ネマティック液晶は分子長軸方向と分子短軸方向との誘電率の差である誘電異方性 $\Delta\epsilon$ によってスイッチング

（配向状態の変化）し、印加される電界 E との間に発生する $(1/2) \Delta\epsilon E^2$ の誘電エネルギーによりトルクを生じて配向を変化させる。 $\Delta\epsilon$ が正の場合、図23

(b)に示すように、分子長軸が電界と一致するように配向を変化させ、 $\Delta\epsilon$ が負の場合、分子長軸が電界と直

交するように配向を変化させる。

【0029】誘電異方性 $\Delta\epsilon$ による応答は、そのエネルギーが小さいため、このタイプの応答をする液晶では一般に数100ms～数10msの応答速度しか得られない。誘電エネルギー $(1/2) \Delta\epsilon E^2$ は電界 E の方向に依存しないスカラー量であるため、電界 E が交流であってもネマティック液晶は一方方向にのみ変化するだけである。電界を除去した後は、液晶の粘性緩和により初期配向状態に復帰するため、一般に電界印加による立ち上がり（その時間を τ_r とする）よりも、電界除去後の立ち下がり（その時間を τ_d とする）はさらに遅い。

【0030】前述の強誘電性液晶は自発分極を有し、1ms以下の応答速度を容易に得ることができるため、メモリー性を活かした単純マトリクス方式ではなく、TFTと組み合わせて動画画質の改善を図ろうとする研究も行われている（寺田等による第46回応用物理学関係連合講演会講演予稿集第3分冊1316項2-8p-V-8「Half-V字スイッチングモードFLCD」、以下文献4と称する）。

【0031】図24は強誘電性液晶の電界応答を示している。強誘電性液晶は自発分極 P_s と電界 E との内積エネルギーである $P_s \cdot E$ によってスイッチングし、自発分極 P_s の方向が電界方向と一致することにより、基板面内に平行な状態でスイッチングするいわゆるインプレインスイッチングをする。自発分極 P_s による応答は、そのエネルギーが大きいので、1ms以下の数100 μs ～数10 μs の応答速度が容易に得られる。自発分極 P_s と電界 E との内積エネルギーである $P_s \cdot E$ は電界 E の方向に依存するベクトル量であるため、電界 E の方向によって光学的な立ち上がり（ τ_r ）と立ち下がり（ τ_d ）とを同様に高速で切り替えることができる。

【0032】また、従来、単純マトリクス方式では困難であった中間調（階調）表示も、TFTと組み合わせることで容易に達成されている。

【0033】このように応答速度の点では非常に有利な強誘電性液晶であるが、ネマティック液晶には無い多数の特有の問題がある。強誘電性液晶はスメクチック液晶であり、ネマティック液晶に比較すると結晶に近く、分子配列に層構造が存在する。このため、広い面積に渡って均一に配向させることが難しい。また、層構造が機械的衝撃で乱れやすく、配向が不均一になるため、信頼性の面で問題がある。表示装置内に壁状構造物を形成して基板を強固に固定することで、耐衝撃性を解決することはできるが（上記文献1参照）、壁を形成することでさらに配向性が難しくなる。

【0034】また、強誘電性液晶は、自発分極を有しているために、表示信号を入力してスイッチングさせていないと自発分極が一方方向に向いたままとなり、長時間この状態が続くと強誘電性液晶と配向膜の界面で電荷が溜まってしまい、いわゆる焼き付き現象が起こるという問

題もある。

【0035】さらに、強誘電性液晶は、その特性を充分引き出すために $2\mu\text{m}\sim 1.5\mu\text{m}$ という薄いセル厚構造にする必要がある。通常のネマティック液晶を用いた場合は $4\mu\text{m}$ 程度のセル厚である。このためセル容量が通常のネマティック液晶よりも大きくなり、必要時間内でのTFTによる画素への電荷充電量が少なくなりスイッチングが不十分になる恐れがある。この問題を解決するためには、TFTの充電能力を向上させなければならないが、TFTの大幅な構造変更は、製造の困難さを高めるため、コスト面から好ましいものではない。

【0036】このような理由から、従来から使用されているネマティック液晶の応答速度を向上させようとする研究も盛んに行われている。実際には、現在主流で用いられておりよく知られているTN（ツイストネマティック）配向とは別の配向状態を用いて応答速度を向上させようという研究が行われている。

【0037】それらのうち、ベンドセルあるいはバイセルと言われる配向状態を用いてネマティック液晶を高速応答化する研究が良く知られている（T.Miyashita 等によるConference Proceedings of The 13th International Display Research Conference (Euro Display '93)、(1993) p.149 「Wide viewing Angle display mode for active matrix LCD using bend alignment liquid crystal cell」、以下文献5と称する）。ベンド配向セルでは、従来、 15ms 程度であるTN配向セルの応答速度が、 2ms 程度まで短くなることが報告されている。この高速応答化は、液晶の応答によってセル内に生じる液晶の流れ（フロー）をコントロールすることで達成されている（宮下等による平成10年液晶学会：LCDフォーラム主催「LCDがCRTモニター市場に食い込むには—動画表示の観点から—」、7項「OCB液晶の高速応答特性を利用したフィールドシーケンシャルフルカラー液晶ディスプレイ」、以下文献6と称する）。誘電異方性を利用している点は従来のネマティック液晶と同様である。

【0038】ただし、上記文献5にも報告されているように、ベンド配向の応答速度は中間調表示レベルに大きく依存する。一般に、誘電異方性を利用するネマティック液晶の応答速度は、誘電異方性が正の場合、初期配向状態から電界方向に液晶分子長軸が完全に揃うような強い電界を印加した場合が、分子の動く角度が最も大きいにもかかわらず最も速い。誘電異方性が負の場合も同様に、初期配向状態から電界方向に液晶分子長軸が完全に垂直になるような強い電界を印加した場合が、分子の動く角度が最も大きいにもかかわらず最も速い。

【0039】これは、ネマティック液晶の応答速度が液晶分子の動く角度や距離で決まるのではなく、図25および図26に示すように、最初に付与されるトルクによって決まるからである。図25は完全スイッチングであ

り、図26は中間調スイッチングである。このためベンド配向の場合も完全明暗間の応答速度は 2ms 以下と短い、中間調表示間の応答速度は遅くなり、 7ms を超える場合もある。

【0040】先に説明した動画ボケの画質改善に必要な液晶の高速応答は、もちろん全ての中間調表示間において達成されなければならない。

【0041】また、ベンド配向セルは、前述の文献や図27に示すようにそのベンド配向を形成するためにバイアス電圧が必要であり、また視野角が狭いため視野角拡大用の位相差板が必要である。バイアス電圧は消費電力の増加につながるので大きな問題である。

【0042】視野角については後で説明するが、フルスベックの動画を実現するためには位相差板を用いる方法では全く不十分で、またコストの面からも好ましいものではない。

【0043】これらの中間調表示の応答速度の不十分さ、バイアス電圧の必要性、視野角の狭さからベンド配向セルで動画ボケの画質改善を達成して、フルスベックの動画を実現する表示装置を得ることはできない。

【0044】ベンド配向セルのバイアス電圧が必要である問題を解決する方法として、HAN配向セルが提案されている。HAN配向セルは、一方基板で液晶を水平配向させ、他方基板では液晶を垂直配向させるいわゆるハイブリッド配向をさせる。こうしてベンド配向の半分の配向状態をバイアス電圧無しで実現することができる

（T.Saitoh等によるProceedings of Society for Information Display (SID96)、(1996) p.171 「HAN-LCDs with Dual Subpixels Fabricated Using a Photopolymer Film Exhibiting Wide Viewing Angle, Fast Response Time, and Low Driving Voltage」(以下文献7と称する)、あるいは特開平11-14990号公報)。しかし、ベンド配向セルと同様に、応答速度は中間調表示に対しては 10ms 以上と遅く、視野角を広げるために位相差板が必要である。

【0045】以上のように、現在報告されている、従来のTN配向とは別の配向を用いてネマティック液晶の応答速度を改善する方法では、中間調表示を含めての満足な高速応答化は無理である。

【0046】次に、視野角について説明する。視野角については、応答速度ほど絶対的な定量評価は進んでいない。これは、画面を視聴する方向が表示装置の画面サイズだけでなく、視聴される場所、形態等に大きく依存するためである。しかしながら、前述したように液晶表示装置がCRTと競合し、将来、CRTに置き換わるには、可能な限り広い視野角が必要である。ちなみにCRTでは正面方向から観察した場合に対して、輝度が $1/2$ に低下するまでの範囲を有効な視野角としており、ほとんどの機種で $\pm 80^\circ$ が達成されている。

【0047】自発光でない液晶表示装置で広い視野角を

実現するためには、よく知られているようにインブレインスイッチングさせることが必要である。図28および図29を用いて従来の液晶のスイッチング（パーティカルスイッチング）（図28）とインブレインスイッチング（図29）の違いについて説明する。

【0048】従来の液晶のスイッチング（パーティカルスイッチング）では、観察者から見た液晶分子の形状（正面図）が、スイッチングの2状態で大きく変化する。液晶分子は屈折率異方性（ $n_{//} > n_{\perp}$ ）を有しているため、見かけの分子形状の違いが大きいと、実効的な屈折率異方性の違いも大きくなり、わずかな観察方向の変化によって2状態間のコントラストや輝度が変化したり、反転したりする。

【0049】これに対して、インブレインスイッチングでは、観察者から見た液晶分子の形状（正面図）が、スイッチングの2状態でほとんど変化しない。このため、実効的な屈折率異方性が観察方向にほとんど依存せず、コントラストや輝度といった表示特性が変化しにくく、広い視野角で安定した表示が得られる。

【0050】これまで説明した従来のTN配向セル、ベンド配向セル、HANセルはいずれもすべてパーティカルスイッチングであり、視野角が狭い。ベンド配向セル、H配向セルでは、上記文献5、上記文献7、あるいは上記特開平11-14990号公報に示されているように位相差板を用いて視野角を広げているが、いずれも正面から $\pm 40^\circ$ 程度の範囲でしか、正面の1/2の輝度が達成されておらず、位相差板を用いているにもかかわらずCRTの半分の視野角しか達成できていない。もちろん、位相差板を使用することはコスト的に好ましくない。

【0051】インブレインスイッチングを達成するためには、図17および図18のような通常の対向基板電極構造で自発的にインブレインスイッチングする液晶を利用する方法と、図30のように一方の基板上に正負の櫛歯電極を形成し、電界を基板に平行に印加して通常のネマティック液晶をインブレインスイッチングさせる方法とがある。対向基板電極構造で自発的にインブレインスイッチングする液晶としては強誘電性液晶がよく知られている。

【0052】翻って、応答速度については、ネマティック液晶の櫛歯電極によるインブレインスイッチングセルの応答速度は、先に説明した各種方式のネマティック液晶セルよりもさらに遅く、応答速度20ms以上である。通常は、対向電極間に電界を印加するので電極間距離は長くても5 μ m程度である。櫛歯電極の場合にも同程度の電圧で十分な電界を印加しようとすれば、櫛歯のピッチを短くしなければならないが、開口率の点から電極間距離はこれより長くなってしまう。また、櫛歯電極によるインブレインスイッチングセルでは、図30から明らかなように、漏れ電界を利用するため、電界が液晶

に有効に印加されない。

【0053】さらに、基板付近の液晶が基板界面に規制される、いわゆる界面ラッチの効果が大きくなる。このような理由から、ネマティック液晶の櫛歯電極によるインブレインスイッチングセルでは、広い視野角は達成できても、高速応答を達成することが困難である。

【0054】また、液晶の配向を改良するだけでなく、TFE構造も従来の対向基板電極から櫛歯電極に構造を変更しなければならず、コストの面で好ましくない。

【0055】以上説明した通り、これまでは、比較的扱いやすく問題の少ないネマティック液晶では、高速応答性およびインブレインスイッチングによる広視野角という重要な問題を解決する手段はなかった。強誘電性液晶は、高速応答性とインブレインスイッチングによる広視野角を従来の簡単な対向基板電極構造で達成することができるが、前述の通り、特有の多くの問題を抱えている。

【0056】ベンド配向セルやHAN配向セルは、液晶のフローを制御して応答速度の改善を図ったものであるが、誘電異方性による応答である点は従来のネマティック液晶と同様である。このため、自発分極による応答である強誘電性液晶に比べて応答速度が遅い。

【0057】誘電異方性によらないネマティック液晶の応答として、撓電効果（フレクソエレクトリック効果）が知られている。フレクソエレクトリック効果については、D.Demus 等によるHandbook of Liquid crystals, vol.1 (1998) p.4939.3.1.3Flexo-Electric Phenomena（以下文献8と称する）に詳しく説明されているが、

簡単に説明する。

【0058】通常、液晶分子はこれまで表現してきたように円柱状あるいはよく知られるように細長い楕円状として取り扱われる。ただし、これはマクロ的に考えた場合であり、液晶分子が化合物である限り分子一つ一つの形状には必ず非対称性が存在する。形状の非対称性により、分子レベルでは分極が生じており、形状の非対称性と分極の関係で可能なものは図31・図32と図33・図34との2種類がある。一つは分子長軸方向の非対称性であり涙型分子19と呼ばれるものである（図31・図32）。もう一つは分子短軸方向の非対称性でありバナナ型分子20と呼ばれるものである（図33・図34）。それぞれの形状の分子は矢印で示した方向の分極21を有している。

【0059】これらの液晶分子が自然な状態で存在している場合には、各々図31や図33のように各分子の分極も完全にランダムで打ち消しあっている。この状態では、液晶分子を通常の円柱状として取り扱うことができる。

【0060】しかし、図32や図34のように配向に一定の変形を与えてやると、分子の配向方向に存在確率の

違いが生じ、外部に分極P22が現れる。涙型分子の場合は広がり（スプレイ）変形であり、バナナ型分子の場合は曲がり（ベンド）変形である。

【0061】実際には涙型、バナナ型とはっきり分けることのできる分子は少なく、これらの特徴を併せ持った図35のような分子がほとんどであり、広がり変形でも曲がり変形でも区別することなく、何らかの配向変形が起こると、外部に分極が現れる。

【0062】フレクソエレクトリック効果は、配向変形による分極の発生だけではなく、上記文献8や、D.Demus 10 等による Handbook of Liquid crystals, vol.2 (1998) 2.4.3 The Molecular Picture (以下文献9と称する)にあるように、電界により分子の運動が制限されることで微小な分極が生じ、生じた微小な分極と電界との作用により配向変形が誘起され、より大きな分極が発生し、さらに配向が変形するという具合に、雪崩式に分極および配向変形が大きくなるという特徴も有している。

【0063】フレクソエレクトリック効果によるネマティック液晶の電界応答は、強誘電性液晶の自発分極とは異なるが、分極による応答なので、従来の誘電異方性による応答よりもかなり高速である。 20

【0064】フレクソエレクトリック効果を利用した、液晶の電界応答について既に報告されている技術を説明する。

【0065】図36に示すように、らせん構造を形成するコレステリック液晶のらせん軸に垂直に電界を印加すると、らせん軸に対して分子が傾くことが、D.Demus 等による Handbook of Liquid crystals, vol.2 (1998) 2.4.6 The Flexoelectrooptic Effect (以下文献10と称する)や、J.Patel 等による J.Appl.Phys., 66 (1989) p.1879 「Fast electro-optic effect based on cholesteric liquid Crystals」 (以下文献11と称する) に記されている。 30

【0066】図36ではxy面が基板に相当し、対向する基板の間にらせん軸zを基板に平行にしてコレステリック液晶が配向している。

【0067】電界無印加 ($E=0$) 状態 (図36 (b)) では、通常のコレステリック液晶の配向であるが、電界を印加すると、らせん軸はそのまま、液晶分子がらせん軸に対して傾く (図36 (a)・図36 (c))。この変形は局所的な広がり変形と曲がり変形との組み合わせであることが判っている。この現象は、 40

上述したように、電界により局所的に微小な分極が生じ、生じた微小な分極と電界との作用により配向変形が誘起され、より大きな分極が発生し、さらに配向が変形するものである。

【0068】この効果について詳しく研究をした、P.Ru 50 dquist等による J.Appl.Phys., 76 (1994) P.7778 「Linear electro-optic effect based on flexoelectricity in a cholesteric with sign change of dielectric a

nisotropy」 (以下文献12と称する) によると、25° 近い傾き角度 γ が得られることが報告されている。

【0069】分子の傾く方向は電界の方向に依存するので、傾き角度 γ が22.5°であれば、2方向の電界により $\pm 22.5^\circ$ のスイッチング、すなわち45°のインプレインスイッチングが可能であり、クロスニコル偏光板と組み合わせて理論的に最大のコントラストが得られる。

【0070】応答速度は非常に高速で、100 μ s程度である。これは、通常の誘電異方性によるネマティック液晶の応答速度よりも20倍から100倍も高速である。

【0071】また、分子の傾き角度 γ は電界強度に対して線形に変化するので、アナログ的に無限な中間の状態を制御することが容易である。また、応答速度は電界強度に依存せず、一定である。

【0072】ただし、この方式はらせん構造を形成しているため、入射光に対して選択反射が生じてしまう。このため、十分な暗状態を得ることができない。また、明状態も、特定の着色を生じ、完全な白表示とはならない。光を高速で変調するだけの光学素子としては魅力的であるが、表示装置としては不十分である。

【0073】上記文献12には、フレクソエレクトリック効果を利用した液晶デバイスが、従来の誘電異方性によるネマティック液晶よりも非常に高速応答であることが示されている。その中には、フレクソエレクトリック効果による高速応答性を十分に発揮させるためには、誘電異方性 $\Delta\epsilon$ の絶対値が小さいことが必要であることが示されている。この文献12では、誘電異方性の絶対値 $|\Delta\epsilon|$ は0.1以下である。このことは、フレクソエレクトリック効果が配向変形により分極を誘起し、誘起された分極と電界との作用により高速応答性を発揮するのに対して、誘電異方性は液晶分子を一方に配向させるように働き、配向変形を消滅させようとするため、2つの効果が相反する性質のものであることを示している。

【0074】表示装置として大きな問題となるらせん構造を形成しない技術としては、R.Barberi 等による Appl.Phys.Left., 60 (1992) p.1085 「Flexoelectrically controlled surface bistable switching in nematic liquid crystals」 (以下文献13と称する) に報告されている、バイステーブルネマティック液晶方式がある。

【0075】これは、図37に示すように、2種類の広がり変形の間を電界の方向によってスイッチングさせるもので、高速応答とインプレインスイッチングとを両立する方式として有効である。応答速度は実用的な電圧で数10 μ sを達成することができる。

【0076】ただし、この方式は双安定であり、中間調表示が行えないという問題がある。また、図37から明

らかなように、液晶の配向変化は強誘電性液晶と同じような運動であり、本来、ネマティック液晶では制御できないものである。

【0077】上記文献13では、 SiO_2 の斜方蒸着を配向制御層として用い、蒸着条件（蒸着角度、蒸着膜厚等）を極めて精密に制御することで、界面の不安定性を利用して、このようなスイッチングを実現している。この技術については、特表平3-502969号公報に詳しく説明がなされている。

【0078】ただし、この技術に使われている斜方蒸着法は、基板が大型になると蒸着角度が基板内で変化してしまうという基本的な問題を抱えている。また、角度を付けて蒸着するため、蒸着ターゲットから基板までの距離を長くする必要があり、必然的に装置が大型化してしまう。このように斜方蒸着法は生産性の点で非常に問題が多い。

【0079】また、上記文献13や上記特表平3-502969号公報に記載されている蒸着条件は、非常に微妙なものであり、大面積にわたって均一に達成することが極めて困難である。

【0080】このような理由から、この方式は全く実用にはなっていない。

【0081】また、この方式では電界の無い定常状態においても常に分極が発生しており、強誘電性液晶と同じように焼き付きが発生してしまう。

【0082】青木等による第46回応用物理学関係連合講演会講演予稿集第3分冊1316項28p-V-9

「ネマチック液晶のフレクソエレクトリック効果を用いた準安定横電界モードの最適化」（以下文献14と称する）には、通常、平行配向を用いるインブレインスイッチング方式に、図38に示すように広がり変形配向を利用して広視野角の特徴を活かしながら高速応答化を図る方法（インブレインスプレイ）が記載されている。

【0083】この方法では、通常数10msであったインブレインスイッチングが数msまでは高速化できる。しかし、フレクソエレクトリック効果を利用しているにもかかわらず、基本的にインブレインスイッチングの応答速度が基板界面ラッチに規制されるため、それ以上の高速応答化は困難である。

【0084】また、この方式も、電界の無い定常状態においても常に分極が発生しており、強誘電性液晶と同じように焼き付きが発生してしまう。

【0085】このように、これまでは、高速応答、広視野角、コントラスト、焼き付き等、表示装置として必要な十分な特性を有する技術は存在しなかった。

【0086】本発明はこのような従来技術の問題を解決するものであって、高速応答およびインブレインスイッチングによる広視野角ではあるが、配向の均一性・耐衝撃性や焼き付きといった特有の問題を有する強誘電性液晶ではなく、従来から広く利用されており、比較的扱い

やすく問題の少ないネマティック液晶を用いて、高速応答化と広視野角化の問題を従来の簡単な対向基板電極構造で達成し、動画ボケのない、広視野角な液晶表示装置を提供することを目的としている。

【0087】すなわち、本発明は、1ms以下 μs オーダーの高速応答性、インブレインスイッチングによる広視野角特性、十分な高コントラストであり、焼き付きが無い表示装置を提供するものである。

【0088】

10 【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明の液晶表示装置は、液晶に光を入射させるとともに表示画像に応じた信号波形に沿った電界を液晶に印加して上記電界に応じて液晶の配向状態を変化させることにより上記入射光を変調する液晶表示装置において、液晶が、電界の印加されていない定常状態において、ある広がり変形および捻じれ変形の配向状態を呈しており、分極を生じておらず、電界が印加されると、広がり変形および捻じれ変形に伴う撓電効果によって分極を生じさせ、この分極により、少なくとも部分的に、上記電界の印加されていない定常状態のときとは別の、印加される上記電界に応じた広がり変形および捻じれ変形へと配向状態を変化させることを特徴としている。

20 【0089】上記の構成により、電界の印加されない定常状態において、例えば対向する基板間で、液晶は、広がり変形および捻じれ変形の配向状態を呈しており、分極を生じていない。電界を印加すると、広がり変形および捻じれ変形に伴う撓電効果によって分極が生じる。この分極により、液晶は、例えば少なくとも一方の基板近傍において、上記電界の印加されていない定常状態のときとは別の広がり変形および捻じれ変形へと配向状態を変化させる。強度の異なる別の電界を印加すると、上記撓電効果によって、この電界の強度に応じた別の分極が生じる。この分極により、液晶は、例えば少なくとも他方の基板近傍において、別の広がり変形および捻じれ変形へと配向状態を変化させる。

30 【0090】したがって、表示画像に応じた信号波形に沿った電界を液晶に印加すると、配向状態を変化させることにより上記入射光を変調することができる。

40 【0091】それとともに、強誘電性液晶ではなく、ネマティック液晶のように、電界無印加時に全体として分極がない（常誘電性等）液晶材料を使用可能である。また、電界を印加するための電極構造も、従来の簡単な対向基板電極構造のままでよい。

【0092】それとともに、誘電異方性を利用した配向状態変化ではなく、撓電効果（フレクソエレクトリック効果）を利用したものであるため、応答が非常に高速である。このため、動画ボケを著しく軽減できる。

50 【0093】それとともに、上記配向状態の変化はインブレインスイッチングである。このため、視野角を広くできる。

【0094】それゆえ、比較的扱いやすく問題の少ないネマティック液晶を用いて、高速応答化と広視野角化の問題を従来の簡単な対向基板電極構造で達成し、動画ボケのない、広視野角な液晶表示装置を提供することができる。

【0095】上記液晶表示装置は、上記液晶が、基板を対向させて形成される間隙に配置されるように構成することができる。

【0096】また、上記液晶表示装置は、上記液晶が、電界が印加された定常状態において、少なくとも一方の基板近傍において垂直配向あるいは略垂直配向状態である、広がり変形の配向状態であり、別の電界が印加された定常状態において、少なくとも他方の基板近傍において垂直配向あるいは略垂直配向状態である、別の広がり変形の配向状態であるように構成してもよい。

【0097】また、本発明の液晶表示装置は、上記の構成に加えて、1表示期間において、少なくとも全走査線のうちの半数の走査線から成る第1の走査線群には第1の電気信号を送り、残りの第2の走査線群には第2の電気信号を送り、次の1表示期間においては、第1の走査線群に第2の電気信号を送り、第2の走査線群には第1の電気信号を送り、第1の電気信号は表示情報を元に戻す電界であり、第2の電気信号は表示情報を与える電界であり、第1の電気信号が印加されて液晶分子がリセットされ、第2の電気信号が印加されて液晶分子がスイッチングした後光が入射することを特徴としている。

【0098】上記の構成により、1表示期間において、少なくとも全走査線のうちの半数の走査線から成る第1の走査線群には第1の電気信号を送り、残りの第2の走査線群には第2の電気信号を送る。次の1表示期間においては、第1の走査線群に第2の電気信号を送り、第2の走査線群には第1の電気信号を送る。第1の電気信号は表示情報を元に戻す電界であり、第2の電気信号は表示情報を与える電界であり、全ての周期で、第1の電気信号が印加されて、液晶分子が十分にリセットされ、第2の電気信号が印加されて、液晶分子が十分にスイッチングした後、光が入射する。

【0099】つまり、各走査線は、1表示期間においては、表示情報を元に戻す処理と、表示情報を画素電極に与える処理とのいずれか一方しか行わない。

【0100】したがって、1表示期間中に表示情報を画素電極に与える処理の回数を減らすことができるので、1つあたりの走査線での表示情報を画素電極に与える速度（立ち上がり速度や立ち下がり速度）をそれほど高速にする必要がなくなる。

【0101】それゆえ、上記構成による効果に加えて、動画ボケがなく広視野角な液晶表示装置を、作製の容易な装置を用いて提供することができる。

【0102】また、本発明の液晶表示装置は、上記の構成に加えて、1表示期間において、各走査線に第1の電

気信号と第2の電気信号とを交互に送り、第1の電気信号は表示情報を元に戻す電界であり、第2の電気信号は表示情報を与える電界であり、第1の電気信号が印加されて液晶分子がリセットされ、第2の電気信号が印加されて液晶分子がスイッチングした後光が入射するものであり、上記第1の電気信号と第2の電気信号とは極性が互いに逆であることを特徴としている。

【0103】上記の構成により、第1の電気信号の印加によって液晶分子をリセットする際に、電界の印加がオフになるのではなく、第2の電気信号とは逆極性の電界が印加される。

【0104】したがって、電界の印加をオフするのと異なり、リセット状態への移行を急峻にすることができる。

【0105】それゆえ、上記構成による効果に加えて、応答をより高速にでき、動画ボケをいっそう軽減することができる。

【0106】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態について図1ないし図16に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0107】本実施の形態に係る液晶表示装置は、アクティブマトリクス方式であり、図18および図19を用いてすでに説明したようにして製造できる。このため説明を省略する。

【0108】本実施の形態に係る液晶表示装置では、液晶は強誘電性液晶ではなくネマティック液晶を用いている。

【0109】液晶材料の誘電異方性は、フレクソエレクトリック効果を十分に発揮して高速応答させるため、その絶対値が1より小さいことが好ましく、0.5より小さいことがより望ましい。

【0110】電界の印加されない定常状態では、図1に示すように、一方の基板近傍においてプレティルト角 θ_p で配向するように配向処理を施し、他方の基板近傍においてプレティルト角 $-\theta_p$ で配向するように配向処理を施す。図1では、xy面が基板面に相当し、z軸は液晶層の層厚方向に相当する。

【0111】2枚の基板をその配向方向が異なる方位角 ψ になるように対向させ、貼り合わせて間隙に液晶を設置して形成する。

【0112】図1中のpola.は偏光板であり、液晶を挟むように設置されるとともに、それぞれの偏光方向がx軸、y軸方向に向けられてクロスニコル配置されている。

【0113】一方基板での液晶の方位角は、一方の偏光板の偏光軸に平行とされ（図1ではx軸）、他方基板での液晶の方位角は、どちらの偏光板の偏光軸とも一致しないようになっている。他方基板での液晶の方位角 ψ は明表示時の輝度を決定するので、 45° とすることで最

大の輝度が得られる。

【0114】この定常状態では、広がり変形と捻れ変形が生じているので、変形の微小空間ではフレクソエレクトリック効果により分極が発生しているが、表示装置全体としては、液晶層の層厚方向（Z方向）に対しての変形が対称なので、外部には分極が現れない（ $P_f = 0$ ）。この点で強誘電性液晶とは異なり、焼き付きが発生することはない。図1中の太矢印は、液晶層の上下半分で反対方向にフレクソ分極が発生していることを示している。

【0115】この表示装置に直流電界を印加すると、電界の方向および強度に応じて、フレクソ分極の電界方向成分が最大になるように、液晶の配向が変形する。

【0116】図2のようにz軸に反対方向に充分強度の強い負の電界を印加した場合は、捻れ変形が解消され、一方基板の配向方位角（X軸）に平行な広がり変形に変化する。電界強度が弱い場合は、図1と図2の中間の捻れ変形の残った状態に電界強度に応じて配向が変化する。図2の広がり変形は、配向の方位角 ψ が偏光板の偏光軸に平行であるので、消光状態となり暗表示が得られる。

【0117】図3のようにz軸方向に充分強度の強い正の電界を印加した場合は、捻れ変形が解消され、他方基板の配向方位角 ψ に平行な広がり変形に変化する。電界強度が弱い場合は、図1と図3の中間の捻れ変形の残った状態に電界強度に応じて配向が変化する。図3の広がり変形は、配向の方位角 ψ がどちらの偏光板の偏光軸にも平行でないので、透過状態となり明表示が得られる。方位角を 45° としておくことで最大の輝度が得られる。

【0118】強度の異なる電界を印加することで、中間調も得ることができる。図2の暗表示状態と図3の明表示状態のみならず、電界無印加の定常状態以外では配向の対称性が崩れるので、電界無印加の定常状態を除く表示状態では、必ずフレクソ分極が発生している。このことにより、あらゆる中間調表示状態間のスイッチングを高速で行うことができる。なお、ここで、スイッチングとは、液晶の配向状態が印加電界に応じて変化するものである。

【0119】一方で、表示を行わない電界無印加の定常状態では分極は打ち消し合い、外部に現れないので、焼き付きは発生しない。

【0120】観察者にとって、この表示装置のスイッチングは、図4のごとくインブレインススイッチングであ

り、広視野角の表示を得ることができる。

【0121】プレティルト角 θ_p は電界無印加の定常状態の広がり変形の大きさを決定する。広がり変形が大きいほど微小空間で発生するフレクソ分極は大きくなり、より応答速度を速くすることができる。

【0122】広がり変形を最大にする点からは、プレティルト角は 45° が理想である。プレティルト角が 45° を超えると広がり変形よりも曲がり変形が安定となってしまう。曲がり変形でもフレクソ分極は発生するが、本実施の形態のようなスイッチングは発生しないので、避けられなければならない。ただし、 45° のプレティルト角は理想であるが、上述のように広がり変形と曲がり変形の臨界であるため、信頼性の点で問題がある。そのため、表示性能を十分発揮させ、信頼性の点でも問題を生じさせないためには、プレティルト角を 40° 以上で 45° より小さくすることが好ましい。そして、プレティルト角は 45° を超えない範囲で、より高い値であることが高速応答性の点から好ましい。

【0123】プレティルト角が小さい場合には、発生する分極が小さくなり、応答速度が遅くなるが、一般にプレティルト角が大きいほど配向処理は安定作製が困難になる。

【0124】上記文献8、文献9、文献12にあるように、フレクソ分極による電界応答の応答速度は、フレクソ分極の大きさに比例することはもちろん、液晶の粘性に反比例することも特徴である。そのため、液晶の粘性が低く、上述のような高いプレティルト角でなくても十分な高速応答が達成できる場合には、安定作製の困難な高いプレティルト角を避けて、 5° 以上のプレティルト角なら適用することが可能である。このような場合は、プレティルト角は 5° 以上、すなわち 5° 以上で 45° 未満であればよい。すなわち、液晶の粘性が 20 cP （センチポアズ）～ 30 cP であれば、プレティルト角が 5° 以上 40° 以下であっても充分高速応答が可能となる。

【0125】表1にこれまで説明した各種表示方式の特徴をまとめた。コントラスト、輝度等、改善の可能性のあるものは比較せず、本質的な性能のみを比較した。表中、応答速度は、立ち上がり、立ち下がり、中間調表示、すべての場合で、最も速い場合～最も遅い場合で表記した。また、視野角は、インブレインススイッチングするものを○、そうでないものを×とした。

【0126】

【表1】

液晶	応答エネルギー	表示モード	配向変形	応答時間	視野角	中間調	焼き付き
強誘電性液晶	自発分極 P_s			数 $\mu s \sim$ 数 $100 \mu s$		○ (TFT)	×
ネマティック液晶	誘電異方性 $\Delta \epsilon$	TN	捻じれ変形 ↓ ↓ 垂直配向	数 $10 ms \sim$ 数 $100 ms$	×	○	○
		ベンド	曲がり変形 ↓ ↓ 垂直配向	数 $ms \sim 10 ms$	×	○	○
		HAN	広がり変形 ↓ ↓ 垂直配向	数 $ms \sim$ 数 $10 ms$	×	○	○
	フレクソエレクトリック効果	コレステリック	捻じれ変形 ↓ ↓ 捻じれ変形	数 $10 \mu s \sim$ 数 $100 \mu s$	○	○	○
		バイステータブル ネマティック	広がり変形 ↓ ↓ 広がり変形	数 $10 \mu s \sim$ 数 ms	○	×	×
		インプレイン スプレイ	広がり変形 ↓ ↓ 広がり変形	数 $ms \sim$ 数 $10 ms$	○	○	×
		本発明	広がり変形 捻じれ変形 ↓ ↓ 広がり変形	数 $\mu s \sim$ 数 $100 \mu s$	○	○	○

【0127】表中、コレステリックは螺旋構造を形成しているため、本質的に選択反射を生じてしまい、コントラストは極めて悪い。表示装置以外の光変調装置にしか応用できないものである。

【0128】また、表1には記載していないが、強誘電性液晶は前述の通り、層構造に由来する、配向均一性の困難さや耐衝撃性の弱さといった特有の多くの問題を有している。

【0129】表1から明らかなように、本実施の形態により、高速応答性、広視野角特性、中間調表示が可能で、これまで問題であった動画ボケの無い液晶表示装置

40 を提供することができる。この表示装置は、非表示時における画像焼き付きが無いため、信頼性の点でも満足できるものである。

【0130】次に、このような高速応答性の液晶表示装置で、動画ボケの無いインパルス型の表示を行う方法について説明する。

【0131】図5に示すように、1表示期間16.7ms内に、まず、表示情報をリセットする第1信号を全走査ラインに対して印加走査する。ここでは、表示信号を印加しない時を暗状態とし、表示信号により対象となる画素を明状態とするノーマリーブラックを考える。な

お、ここで、リセットとは、液晶が、電界無印加時の配向状態へ戻ることである。

【0132】続いて、表示信号である第2信号を全走査ラインに対して印加走査する。ここで、各画素の液晶が図5のように信号が入力された後、次の信号が入力されるまでに確実に、立ち下がり・立ち上がりともに十分応答すれば、最終走査ライン（第nライン）の液晶が十分にスイッチングした後に、光源を点灯することにより、全画面で均一なインパルス型表示を行うことができる。

【0133】図5からわかるように、第2信号で表示情報を書き込んでいる間に表示情報がリセットされればよいので、立ち下がり応答はさほど高速でなくてもよい。ただし、1表示期間に2回の走査を行うため、同じ表示容量（走査ライン数）の表示を行うためには、ゲートON時間が現在の $\alpha Si-TFT$ よりも高速でなければならない。

【0134】前述の通り、光源点灯期間Tが4msであり、走査ライン数nを1000とすると、ゲートON時間tは、

$$t = (16.7 \text{ ms} - \tau - T) / (2 \times n)$$

なので、液晶の応答速度 τ が0であっても、

$$t \leq (16.7 \text{ ms} - 4 \text{ ms} - 0) / (2 \times n) = 6.35 \mu\text{s} \approx 6 \mu\text{s}$$

となり、液晶の応答速度 τ が0であっても、ゲートON時間tは6 μs 以下でなければならない。

【0135】 $\alpha Si-TFT$ のゲートON時間は約10 μs であるため、直接HDTVの動画表示を行うことは無理である。ただ、このタイプの表示方法では、上の式から、走査ライン数525本のSDTVであれば、ゲートON時間tは12 μs となり、 $\alpha Si-TFT$ でも実

現することができる。

【0136】ここで、上下分割駆動を行うことにより、走査ライン数1000本のHDTV表示を行うことができる。液晶の立ち上がり応答速度 τ は、2.7ms以下でなければならない。液晶の立ち下がり応答速度は、500本分の10 μs のゲートON時間、すなわち5ms以下でなければならない。これは、本実施の形態以外の、従来のネマティック液晶でも、既に報告されている応答速度では不十分であるが、更なる改良で達成できる可能性のある応答速度である。ただし、この方式では上下分割駆動が必ず必要であり、駆動ドライバーの数が2倍になってしまう。液晶表示装置においてドライバーの数はもっとも製造コストに影響するものであり、大きな問題である。言い換えれば、本表示方式は、応答速度がそれほど速くなくてもよいが、製造コストの面で大きな問題がある。

【0137】別のインパルス型の表示方法について説明する。

【0138】図6に示すように、1表示期間16.7ms内に全走査線のうちの半数の走査線すなわち（第L、

(1)ライン、第L、(2)ライン、第L、(3)ライン、...)から成る第1の走査線群に第1の電気信号を送り、残りの第2の走査線群すなわち（第L、(1)ライン、第L、(2)ライン、第L、(3)ライン、...)には第2の電気信号を送り、次の1表示期間においては、第1の走査線群に第2の電気信号を送り、第2の走査線群には第1の電気信号を送る。いわゆるインターレース表示を行う。

【0139】前述の方法と同様に、第1の電気信号は表示情報をリセットする信号であり、第2の電気信号は表示情報を与える電界である。

【0140】ここでも表示信号を印加しない時を暗状態とし、表示信号により対象となる画素を明状態とするノーマリーブラックを考える。

【0141】各表示期間において、表示信号である第2信号が印加された画素が、表示情報をリセットする信号である第1の電気信号が次に入力されるまでに確実に立ち上がり、表示情報をリセットする信号である第1の電気信号が印加された画素が、表示信号である第2信号が次に入力されるまでに確実に立ち下がれば、第1の走査線群と第2の走査線群のそれぞれの最終走査ラインの液晶が十分にスイッチングした後に光源を点灯することにより、全画面で均一なインパルス型表示を行うことができる。

【0142】図6からわかるように、この表示方式では、走査線数は実質的に増えることがないので、TFTは従来の性能で問題無く、ゲートON時間が10 μs である現在の $\alpha Si-TFT$ でよい。表示容量は同じように1000本走査とする。

【0143】ただし、液晶の応答速度は立ち上がりだけでなく、立ち下がりも同等に高速でなければならない。

【0144】この応答速度は前述の通り2.7ms以下でなければならない。表1から、本実施の形態の表示方式が最適であることがわかる。特に、立ち下がり応答速度は、現在のネマティック液晶では、達成することはかなり困難である。

【0145】さらに、全ての中間調表示間の応答速度を2.7ms以下にするためには、大型基板でのTFT性能のパラッキ等を考慮すると、単純な立ち上がり、立ち下がり1msを大きく下回って100 μs 程度であることが好ましい。

【0146】高速応答の液晶を使用した場合でも、液晶の立ち下がり応答速度が遅い場合には、図5の表示方式において、TFTドライバーの数を増やすことにより上下分割駆動方式を採用すれば、目標とするHDTVのインパルス型表示を行うことができるが、これは製造コスト的に問題がある。

【0147】液晶が、立ち上がり・立ち下がりともに高速応答であれば、TFTドライバーに負担を掛けないで、目標とするHDTVのインパルス型表示を行うこと

ができる。この点で、本実施の形態の表示装置は、より優れたものである。

【0148】実施例に基づき、さらに本発明を詳しく説明する。なお、本発明はこれに限定されるものではない。

【0149】

【実施例】〔誘電異方性の測定〕まずはじめに、ネマティック液晶MLC-6062（メルク社製）の誘電異方性を測定した。

【0150】ガラス上に1cm×1cmの正方形のITO電極を形成した基板に、図19のように絶縁膜としてTa₂O₅を1000Å成膜し、続いてその上に配向膜材料としてPVA（ポリビニルアルコール）の水溶液をスピンコート法により250Å塗布し、120℃で60分焼成して成膜した。

【0151】同様の基板をもう1枚作製し、これらの基板にラビング処理を施した。50μm径のスペーサーを間に挟んでこれらの基板を貼り合わせた。この際に、ラビング方向が同一になるようにした（パラレルラビング）。

【0152】空セルの状態で静電容量を測定した後、MLC-6062を基板の隙間に毛細管現象により注入し、注入孔を封止して完成した。

【0153】クロスニコルの偏光顕微鏡下でセルを回転させながら観察したところ、45°毎に暗視野と明視野が入れ替わり、一様な水平配向であることが確認された。

【0154】ガラス上に1cm×1cmの正方形のITO電極を形成した基板に、図19のように絶縁膜としてTa₂O₅を1000Å成膜し、続いてその上に配向膜材料としてシランカップリング剤DMOAPをスピンコート法により250Å塗布し、150℃で60分焼成して成膜した。

【0155】同様の基板をもう1枚作製した。50μm径のスペーサーを間に挟んでこれらの基板を貼り合わせた。

【0156】空セルの状態で静電容量を測定した後、MLC-6062を基板の隙間に毛細管現象により注入し、注入孔を封止して完成した。

【0157】クロスニコルの偏光顕微鏡下でセルを回転させながら観察したところ、常に暗視野であり、一様な垂直配向であることが確認された。

【0158】これらの水平配向セルと垂直配向セルとの静電容量を測定し、それぞれの空セルの静電容量との比から、分子長軸方向の比誘電率 $\epsilon_{//}$ と分子短軸方向の比誘電率 ϵ_{\perp} とを求め、その差から誘電異方性を求めた。

【0159】このようにして求めた、ネマティック液晶MLC-6062の誘電異方性 $\Delta\epsilon$ は非常に小さく、0.2であった。

【0160】〔実施例1〕

〔液晶表示素子の作製〕ガラス上に1cm×1cmの正方形のITO電極を形成した基板に、図19のように絶縁膜としてTa₂O₅を1000Å成膜し、続いてその上に配向膜材料としてポリイミドRN715（日産化学社製）をNMPを溶媒として、スピンコート法により250Å塗布し、190℃で60分焼成して成膜した。

【0161】同様の基板をもう1枚作製し、これらの基板にラビング処理を施した。50μm径のスペーサーを間に挟んでこれらの基板を貼り合わせた。この際に、ラビング方向が180°異なるようにした（アンチパラレルラビング）。

【0162】ネマティック液晶MLC-6062を基板の隙間に毛細管現象により注入し、注入孔を封止して完成した。

【0163】このセルのプレティルト角を磁場容量法によって測定したところ、45°であった。

【0164】同様の基板をもう1組作製し、これらの基板に上記と同じ条件でラビング処理を施した。5μm径のスペーサーを間に挟んでこれらの基板を貼り合わせた。この際に、ラビング方向が45°異なるようにした。

【0165】ネマティック液晶MLC-6062を基板の隙間に毛細管現象により注入し、注入孔を封止して完成した。

【0166】この液晶表示素子を偏光顕微鏡で観察したところ、ディスクリネーション（同位線）によって区別された、2種類の配向状態が観察された。クロスニコル下で、一方の配向状態は消光位置を示さず、もう一方の配向状態は消光位置を示した。これにより、消光位置を示さない配向状態は、広がり変形とねじれ変形による配向であり、消光位置を示す配向状態は、曲がり変形であることがわかった。

【0167】2種類の配向状態が混在するこの液晶表示素子に電界を印加したところ、広がり変形とねじれ変形の配向部分は、透過光強度が変化し、配向が変化していることが確認されたが、曲がり変形の配向部分は透過光が変化することがなく、配向が変化していないことが確認された。

【0168】広がり変形とねじれ変形の配向部分に注目して、図1のように一方基板のラビング方向に一方偏光板の偏光軸を一致させる配置とした。この状態では透過光が生じており、消光はしていない。

【0169】印加する電界を電圧値10V、印加時間1sの直流電界として、その極性を変化させながら観察すると、一方の極性では透過光が消滅して消光したのに対して、もう一方の極性では電界無印加時よりさらに透過光が増加した。

【0170】〔電界印加方法（1）および特性測定〕この液晶表示素子に、図7のようにパルス幅100msの直流電界を1sおくごとに極性を入れ替えながら印加

し、電圧を変化させながら、応答速度と透過光強度を測定した。

【0171】透過光強度は光電子増倍管の出力電圧として測定し、液晶表示素子の無い場合の偏光板のクロスニコルの時の強度を0%、パラレルニコルの時の強度を100%として、液晶表示素子を設置して電界を印加した場合の強度をその間の相対値として定義した。TSは電界無印加の場合の定常状態の透過光強度である。

【0172】図7に示すように、透過光強度は、パルス電界の極性と電圧に追従するように、電界無印加の場合の定常状態の透過光強度TSを中心に变化した。

【0173】図8に図7の時間軸を拡大して示す。TB、TDはそれぞれ、電界無印加の場合の定常状態の透過光強度TSに対して明状態(Bright)側の透過光強度、暗状態(Dark)側の透過光強度であることを表している。

【0174】透過光強度は印加電界に対して、有限の応答速度を示した。応答速度は、電界が印加された場合(立ち上がり)と除去された場合(立ち下がり)とで異なる値であった。

【0175】図8に示すように、透過光強度が明るくなる正極性の電界に対して、立ち上がり応答速度を τ_r B、立ち下がり応答速度を τ_d Bと定義し、透過光強度が暗くなる負極性の電界に対して、立ち上がり応答速度を τ_r D、立ち下がり応答速度を τ_d Dと定義する。また、 τ_r Bと τ_r Dとを τ_r と総称し、 τ_d Bと τ_d Dとを τ_d と総称する。電圧を変化させて、これらの応答速度と透過光強度を測定した結果を図9、図10、図11に示す。

【0176】透過光強度は、図9に示すように、電界無印加時の定常状態を中心にして、電界の方向と電圧により、暗状態と明状態とに変化し、中間調表示も得ることができる。電圧値+5Vの場合の透過光強度(最明状態)と-5Vの場合の透過光強度(最暗状態)との比からコントラスト比を求めたところ、500以上という非常に高いコントラスト比であった。

【0177】立ち上がりの応答速度 τ_r は、図10に示すように約100 μ sで、電界の極性にも、電圧にも依存しない。立ち下がりの応答速度 τ_d は、図11に示すように約3ms~12msで、電界の極性には依存しないが、電圧が高いほど遅くなる。

【0178】従来、ネマティック液晶では不可能であった、100 μ s程度の立ち上がり応答速度を達成することができた。この液晶表示素子のスイッチングを、クロスニコル偏光顕微鏡でセルを回転させながら観察したところ、+5V印加時の最明状態も、-5V印加時の最暗状態も、どちらも45°毎に消光位置が現れ、インブレインスイッチングであることが確認された。

【0179】〔電界印加方法(2)および特性測定〕この液晶表示素子に、図12のようにパルス幅100ms

の双極性電界を1sおくごとに電界強度を増加させながら印加し、電圧を変化させながら、応答速度と透過光強度を測定した。

【0180】透過光強度は光電子増倍管の出力電圧として測定し、液晶表示素子の無い場合の偏光板のクロスニコルの時の強度を0%、パラレルニコルの時の強度を100%として、液晶表示素子を設置して電界を印加した場合の強度をその間の相対値として定義した。TSは電界無印加の場合の定常状態の透過光強度である。

【0181】図12に示すように、透過光強度は、パルス電界の極性と電圧に追従するように、電界無印加の場合の定常状態の透過光強度TSを中心に变化した。

【0182】図13に図12の時間軸を拡大して示す。TB、TDはそれぞれ、電界無印加の場合の定常状態の透過光強度TSに対して明状態(Bright)側の透過光強度、暗状態(Dark)側の透過光強度であることを表している。

【0183】透過光強度は印加電界に対して、有限の応答速度を示した。応答速度は電界が印加された場合(立ち上がり)と逆極性側に反転させた場合(立ち下がり)とでほぼ同じ値であった。

【0184】図13に示すように、透過光強度が明るくなる正極性の電界に対して、立ち上がり応答速度 τ_r 、透過光強度が暗くなる負極性の電界に対して、立ち下がり応答速度 τ_d を定義する。電圧を変化させて、これらの応答速度と透過光強度を測定した結果を図14、図15、図16に示す。

【0185】透過光強度は、図14に示すように、電界無印加時の定常状態を中心にして、電界の方向と電圧により、暗状態と明状態に変化し、中間調表示も得ることができる。電圧値+5Vの場合の透過光強度(最明状態)と-5Vの場合の透過光強度(最暗状態)との比からコントラスト比を求めたところ、500以上という非常に高いコントラスト比であった。

【0186】立ち上がりの応答速度 τ_r は、図15に示すように約100 μ sで、電圧に依存しない。立ち下がりの応答速度 τ_d も、図16に示すように約100 μ sで、電圧に依存しない。

【0187】従来、ネマティック液晶では不可能であった、100 μ s程度の立ち上がり、立ち下がり応答速度を達成することができた。

【0188】電界印加方法(1)のような電界の除去による立ち下がり応答は、通常の方式のネマティック液晶と同様に粘性緩和であるため、応答速度が遅くなってしまふ。一方、本方法のように、逆方向電界により強制的に立ち下げれば、立ち上がり応答と同じ高速応答を達成することができる。本発明のフレクソ分極を利用した液晶表示素子の駆動方式として有効な手法である。

【0189】この液晶表示素子のスイッチングを、クロスニコル偏光顕微鏡でセルを回転させながら観察したと

ころ、+5V印加時の最明状態も、-5V印加時の最暗状態も、どちらも45°毎に消光位置が現れ、インプレインスイッチングであることが確認された。

【0190】〔液晶表示装置の作製(1)〕上記液晶表示素子を用いて、走査ライン数1000本の α Si-TFT基板とカラーフィルター基板を用いて液晶表示装置を作製した。

【0191】上下分割駆動方式により、映像信号を入力して表示を行った。消去信号である第1信号は電界印加方法(1)に従いゼロ電圧とした。

【0192】上下分割駆動方式では、立ち上がり応答速度は2.7ms以下、立ち下がり応答速度は5ms以下でなければならない。立ち上がり応答速度は全く問題無く、立ち下がり応答速度も3ms~12msであるため、概して動画ボケのないシャープな動画像を表示することができ、従来の液晶表示装置に比較して格段に画質改善が確認された。

【0193】しかし、信号電圧によっては、立ち下がり応答速度が不足するので一部の映像シーンによっては完全には動画ボケが改善されなかった。

【0194】視野角を変化させて特性を測定したところ、左右80°という非常に広い範囲で、コントラスト、輝度がともに正面方向に対して50%以下に低下することがなく、従来の液晶表示装置には無い広視野角特性であった。

【0195】〔液晶表示装置の作製(2)〕上記液晶表示素子を用いて、走査ライン数1000本の α Si-TFT基板とカラーフィルター基板を用いて液晶表示装置を作製した。

【0196】上下分割駆動の必要の無い、図6の走査方式により、映像信号を入力して表示を行った。消去信号である第1信号は、電界印加方法(2)に従い、表示信号である第2信号の逆極性信号とした。

【0197】図6の走査方式では、立ち上がり応答速度、立ち下がり応答速度とも2.7ms以下でなければならない。立ち上がり応答速度、立ち下がり応答速度とも全く問題無く、動画ボケのないシャープな動画像を表示することができ、従来の液晶表示装置に比較して格段に画質改善が確認された。

【0198】視野角を変化させて特性を測定したところ、左右80°という非常に広い範囲で、コントラスト、輝度がともに正面方向に対して50%以下に低下することがなく、従来の液晶表示装置には無い広視野角特性であった。

【0199】〔実施例2〕

〔液晶表示素子の作製〕ラビング条件を変えた以外は、実施例1と同様にして液晶表示素子を作製した。実施例1と本実施例とは、ラビングについては、他の条件は同じであるが、実施例1では2回、本実施例では5回のラビングを施した。

【0200】このセルのプレティルト角を磁場容量法によって測定したところ、42°であった。

【0201】同様の基板をもう1組作製し、これらの基板に上記と同じ条件でラビング処理を施した。5 μ m径のスペーサーを間に挟んでこれらの基板を貼り合わせた。この際に、ラビング方向が45°異なるようにした。

【0202】この液晶表示素子を偏光顕微鏡で観察したところ、実施例1のようなディスクリネーション(同位線)は観察されず、一様な配向状態であった。クロスニコル下で、この配向状態は消光位置を示さず、広がり変形とねじれ変形による配向であることがわかった。

【0203】電界を印加したところ、透過光強度が変化し、配向が変化していることが確認された。

【0204】図1のように一方基板のラビング方向に一方偏光板の偏光軸を一致させる配置とした。この状態では透過光が生じており、消光はしていない。

【0205】印加する電界を電圧値10V、印加時間1sの直流電界として、その極性を変化させながら観察すると、一方の極性では透過光が消滅して消光したのに対して、もう一方の極性では電界無印加時よりさらに透過光が増加した。

【0206】〔電界印加方法(1)および特性測定〕この液晶表示素子に、実施例1と同様に、図7のようにパルス幅100msの直流電界を1sおくごとに極性を入れ替えながら印加し、電圧を変化させながら、応答速度と透過光強度を測定した。透過光強度の測定および定義は実施例1と同様である。その結果、定性的には実施例1と同様に図7および図8に示すような結果が得られた。TS、TB、TD、 τ_{rB} 、 τ_{dB} 、 τ_{rD} 、 τ_{dD} 、 τ_r 、 τ_d の定義は実施例1と同様である。

【0207】すなわち、図7に示すように、透過光強度は、パルス電界の極性と電圧とに追従するように、電界無印加の場合の定常状態の透過光強度TSを中心に变化した。

【0208】図8に示すように、透過光強度は、印加電界に対して、有限の応答速度を示した。応答速度は、電界が印加された場合(立ち上がり)と除去された場合(立ち下がり)とで異なる値であった。

【0209】電圧を変化させて、これらの応答速度と透過光強度を測定したところ、実施例1で測定された図9、図10、図11と定性的に同様な特性であった。

【0210】透過光強度は、図9に示すように、電界無印加時の定常状態を中心にして、電界の方向と電圧により、暗状態と明状態に変化し、中間調表示も得ることができる。電圧値+5Vの場合の透過光強度(最明状態)と-5Vの場合の透過光強度(最暗状態)の比からコントラスト比を求めたところ、500以上という非常に高いコントラスト比であった。

【0211】立ち上がりの応答速度 τ_r は、実施例1の

図10よりわずかに遅く約 $120\mu\text{s}$ で、電界の極性にも、電圧にも依存しない。立ち下りの応答速度 τ_d は、図11に示すように約 $3\text{ms}\sim 12\text{ms}$ で、電界の極性には依存しないが、電圧が高いほど遅くなる。従来、ネマティック液晶では不可能であった、 $120\mu\text{s}$ 程度の立ち上がり応答速度を達成することができた。

【0212】この液晶表示装置のスイッチングを、クロスニコル偏光顕微鏡でセルを回転させながら観察したところ、 $+5\text{V}$ 印加時の最明状態も、 -5V 印加時の最暗状態も、どちらも 45° 毎に消光位置が現れ、インプレインスイッチングであることが確認された。

【0213】プレティルト角をわずかに小さくすることで、応答速度は遅くなるが、均一な配向の表示装置を得ることができる。また、応答速度の劣化は実用的には問題の無い範囲である。

【0214】〔電界印加方法(2)および特性測定〕この液晶表示素子に、図12のようにパルス幅 100ms の双極性電界を 1s おくごとに電界強度を増加させながら印加し、電圧を変化させながら、応答速度と透過光強度を測定した。透過光強度の測定および定義は実施例1と同様である。その結果、定性的には実施例1と同様に図12および図13に示すような結果が得られた。 T 、 S 、 TB 、 TD 、 τ_rB 、 τ_dB 、 τ_rD 、 τ_dD 、 τ_r 、 τ_d の定義は実施例1と同様である。

【0215】すなわち、図12に示すように、透過光強度は、パルス電界の極性と電圧に追従するように、電界無印加の場合の定常状態の透過光強度 T を中心に变化した。

【0216】図13に示すように、透過光強度は、印加電界に対して有限の応答速度を示した。応答速度は、電界が印加された場合(立ち上がり)と逆極性側に反転させた場合(立ち下り)でほぼ同じ値であった。

【0217】電圧を変化させて、これらの応答速度と透過光強度を測定した結果、実施例1で測定された図14、図15、図16と定性的に同様な特性であった。

【0218】透過光強度は、図14に示すように、電界無印加時の定常状態を中心にして、電界の方向と電圧により、暗状態と明状態に変化し、中間調表示も得ることができる。電圧値 $+5\text{V}$ の場合の透過光強度(最明状態)と -5V の場合の透過光強度(最暗状態)の比からコントラスト比を求めたところ、 500 以上という非常に高いコントラスト比であった。

【0219】立ち上がりの応答速度 τ_r は、図15に示すよりわずかに遅く約 $120\mu\text{s}$ で、電圧に依存しない。立ち下りの応答速度 τ_d も、図16に示すよりわずかに遅く約 $120\mu\text{s}$ で、電圧に依存しない。従来、ネマティック液晶では不可能であった、 $120\mu\text{s}$ 程度の立ち上がり、立ち下り応答速度を達成することができた。

【0220】上記電界印加方法(1)のような電界の除

去による立ち下り応答は、通常の方式のネマティック液晶と同様に粘性緩和であるため、応答速度が遅くなってしまう。一方、本方法のように、逆方向電界により強制的に立ち下げれば、立ち上がり応答と同じ高速応答を達成することができる。本発明のフレクソ分極を利用した液晶表示装置の駆動方式として有効な手法である。

【0221】この液晶表示装置のスイッチングを、クロスニコル偏光顕微鏡でセルを回転させながら観察したところ、 $+5\text{V}$ 印加時の最明状態も、 -5V 印加時の最暗状態も、どちらも 45° 毎に消光位置が現れ、インプレインスイッチングであることが確認された。

【0222】プレティルト角をわずかに小さくすることで、応答速度は遅くなるが、均一な配向の表示装置を得ることができる。また、応答速度の劣化は実用的には問題の無い範囲である。

【0223】〔液晶表示装置の作製(1)〕上記液晶表示素子を用いて、走査ライン数 1000 本の $\alpha\text{Si-TFT}$ 基板とカラーフィルター基板を用いて液晶表示装置を作製した。

【0224】上下分割駆動方式により、映像信号を入力して表示を行った。消去信号である第1信号は電界印加方法(1)に従いゼロ電圧とした。

【0225】上下分割駆動方式では、立ち上がり応答速度は 2.7ms 以下、立ち下り応答速度は 5ms 以下でなければならない。立ち上がり応答速度は全く問題無く、立ち下り応答速度も $3\text{ms}\sim 12\text{ms}$ であるため、概して動画ボケのないシャープな動画像を表示することができ、従来の液晶表示装置に比較して格段に画質改善が確認された。

【0226】しかし、信号電圧によっては、立ち下り応答速度が不足するので、一部の映像シーンによっては、完全には動画ボケが改善されなかった。

【0227】視野角を変化させて特性を測定したところ、左右 80° という非常に広い範囲で、コントラスト、輝度がともに正面方向に対して 50% 以下に低下することがなく、従来の液晶表示装置には無い広視野角特性であった。

【0228】〔液晶表示装置の作製(2)〕上記液晶表示素子を用いて、走査ライン数 1000 本の $\alpha\text{Si-TFT}$ 基板とカラーフィルター基板を用いて液晶表示装置を作製した。

【0229】上下分割駆動の必要の無い、図6の走査方式により、映像信号を入力して表示を行った。消去信号である第1信号は、電界印加方法(2)に従い、表示信号である第2信号の逆極性信号とした。

【0230】図6の走査方式では、立ち上がり応答速度、立ち下り応答速度とも 2.7ms 以下でなければならない。立ち上がり応答速度、立ち下り応答速度とも全く問題無く、動画ボケのないシャープな動画像を表示することができ、従来の液晶表示装置に比較して格段

に画質改善が確認された。

【0231】視野角を変化させて特性を測定したところ、左右80°という非常に広い範囲で、コントラスト、輝度がともに正面方向に対して50%以下に低下することがなく、従来の液晶表示装置には無い広視野角特性であった。

【0232】〔実施例3〕

〔液晶表示素子の作製〕ラビング条件を変えた以外は、実施例2と同様にして液晶表示素子を作製した。実施例2と本実施例とでは、ラビングについては、他の条件は同じであるが、実施例2では5回、本実施例では10回

のラビングを施した。

【0233】このセルのプレティルト角を磁場容量法によって測定したところ5°であった。

【0234】同様の基板をもう1組作製し、これらの基板に上記と同じ条件でラビング処理を施した。5μm径のスペーサーを間に挟んでこれらの基板を貼り合わせた。この際に、ラビング方向が45°異なるようにした。

【0235】この液晶表示素子を偏光顕微鏡で観察したところ、実施例1のようなディスクリネーション（回位線）は観察されず、一様な配向状態であった。クロスニコル下で、この配向状態は消光位置を示さず、広がり変形とねじれ変形による配向であることがわかった。

【0236】電界を印加したところ、透過光強度が変化し、配向が変化していることが確認された。

【0237】図1のように一方基板のラビング方向に一方偏光板の偏光軸を一致させる配置とした。この状態では透過光が生じており、消光はしていない。

【0238】印加する電界を電圧値10V、印加時間1sの直流電界として、その極性を変化させながら観察すると、一方の極性では透過光が消滅して消光したのに対して、もう一方の極性では電界無印加時よりさらに透過光が増加した。

【0239】〔電界印加方法（1）および特性測定〕この液晶表示素子に、実施例1と同様に、図7のようにパルス幅100msの直流電界を1sおくごとに極性を入れ替えながら印加し、電圧を変化させながら、応答速度と透過光強度を測定した。透過光強度の測定および定義は実施例1と同様である。その結果、定性的には実施例1と同様に図7および図8に示すような結果が得られた。TS、TB、TD、 $\tau_r B$ 、 $\tau_d B$ 、 $\tau_r D$ 、 $\tau_d D$ 、 τ_r 、 τ_d の定義は実施例1と同様である。

【0240】すなわち、図7に示すように、透過光強度は、パルス電界の極性と電圧とに追従するように、電界無印加の場合の定常状態の透過光強度TSを中心に变化した。

【0241】図8に示すように、透過光強度は印加電界に対して、有限の応答速度を示した。応答速度は、電界が印加された場合（立ち上がり）と除去された場合（立

ち下がり）で異なる値であった。

【0242】電圧を変化させて、これらの応答速度と透過光強度を測定したところ、実施例1で測定された図9、図10、図11と定性的に同様な特性であった。

【0243】透過光強度は、図9に示すように、電界無印加時の定常状態を中心にして、電界の方向と電圧により、暗状態と明状態に変化し、中間調表示も得ることができる。電圧値+5Vの場合の透過光強度（最明状態）と-5Vの場合の透過光強度（最暗状態）の比からコントラスト比を求めたところ、500以上という高いコントラスト比であった。

【0244】立ち上がりの応答速度 τ_r は、実施例2の図10より遅く約1msで、電界の極性にも、電圧にも依存しない。立ち下りの応答速度 τ_d は、図11に示すように約3ms～12msで、電界の極性には依存しないが、電圧が高いほど遅くなる。

【0245】この液晶表示装置のスイッチングを、クロスニコル偏光顕微鏡でセルを回転させながら観察したところ、+5V印加時の最明状態も、-5V印加時の最暗状態も、どちらも45°毎に消光位置が現れ、インプレインスイッチングであることが確認された。

【0246】プレティルト角を小さくすることで、応答速度は遅くなるが、均一な配向の表示装置を得ることができる。また、応答速度の劣化は実用的な範囲である。

【0247】〔電界印加方法（2）および特性測定〕この液晶表示素子に、図12のようにパルス幅100msの双極性電界を1sおくごとに電界強度を増加させながら印加し、電圧を変化させながら、応答速度と透過光強度を測定した。透過光強度の測定および定義は実施例1と同様である。その結果、定性的には実施例1と同様に図12および図13に示すような結果が得られた。TS、TB、TD、 $\tau_r B$ 、 $\tau_d B$ 、 $\tau_r D$ 、 $\tau_d D$ 、 τ_r 、 τ_d の定義は実施例1と同様である。

【0248】すなわち、図12に示すように、透過光強度は、パルス電界の極性と電圧に追従するように、電界無印加の場合の定常状態の透過光強度TSを中心に变化した。

【0249】図13に示すように、透過光強度は印加電界に対して、有限の応答速度を示した。応答速度は電界が印加された場合（立ち上がり）と逆極性側に反転させた場合（立ち下がり）でほぼ同じ値であった。

【0250】電圧を変化させて、これらの応答速度と透過光強度を測定した結果、実施例1で測定された図14、図15、図16と定性的に同様な特性であった。

【0251】透過光強度は、図14に示すように、電界無印加時の定常状態を中心にして、電界の方向と電圧により、暗状態と明状態に変化し、中間調表示も得ることができる。電圧値+5Vの場合の透過光強度（最明状態）と-5Vの場合の透過光強度（最暗状態）の比からコントラスト比を求めたところ、500以上という高い

コントラスト比であった。

【0252】立ち上がりの応答速度 τ_r は、図15に示すより遅く約1msで、電圧に依存しない。立ち下がりの応答速度 τ_d も、図16に示すより遅く約1msで、電圧に依存しない。

【0253】上記電界印加方法(1)のような電界の除去による立ち下がり応答は、通常の方式のネマティック液晶と同様に粘性緩和であるため、応答速度が遅くなってしまう。一方、本方法のように、逆方向電界により強制的に立ち下げれば、立ち上がり応答と同じ高速応答を達成することができる。本発明のフレクソ分極を利用した液晶表示装置の駆動方式として有効な手法である。

【0254】この液晶表示装置のスイッチングを、クロスニコル偏光顕微鏡でセルを回転させながら観察したところ、+5V印加時の最明状態も、-5V印加時の最暗状態も、どちらも45°毎に消光位置が現れ、インブレインスイッチングであることが確認された。

【0255】ブレティルト角を小さくすることで、応答速度は遅くなるが、均一な配向の表示装置を得ることができる。また、応答速度の劣化は実用的な範囲である。

【0256】〔液晶表示装置の作製(1)〕上記液晶表示素子を用いて、走査ライン数1000本の α Si-TFT基板とカラーフィルター基板を用いて液晶表示装置を作製した。

【0257】上下分割駆動方式により、映像信号を入力して表示を行った。消去信号である第1信号は電界印加方法(1)に従いゼロ電圧とした。

【0258】上下分割駆動方式では、立ち上がり応答速度は2.7ms以下、立ち下がり応答速度は5ms以下でなければならない。立ち上がり応答速度はぎりぎり問題無く、立ち下がり応答速度も3ms~12msであるため、概して動画ボケのないシャープな動画像を表示することができ、従来の液晶表示装置に比較して格段に画質改善が確認された。

【0259】しかし、信号電圧によっては、立ち下がり応答速度が不足するので一部の映像シーンによっては、完全には動画ボケが改善されなかった。

【0260】視野角を変化させて特性を測定したところ、左右80°という非常に広い範囲で、コントラスト、輝度がともに正面方向に対して50%以下に低下することがなく、従来の液晶表示装置には無い広視野角特性であった。

【0261】〔液晶表示装置の作製(2)〕上記液晶表示素子を用いて、走査ライン数1000本の α Si-TFT基板とカラーフィルター基板を用いて液晶表示装置を作製した。

【0262】上下分割駆動の必要の無い、図6の走査方式により、映像信号を入力して表示を行った。消去信号である第1信号は、電界印加方法(2)に従い、表示信号である第2信号の逆極性信号とした。

【0263】図6の走査方式では、立ち上がり応答速度、立ち下がり応答速度とも2.7ms以下でなければならない。立ち上がり応答速度、立ち下がり応答速度とも全く問題無く、動画ボケのないシャープな動画像を表示することができ、従来の液晶表示装置に比較して格段に画質改善が確認された。

【0264】視野角を変化させて特性を測定したところ、左右80°という非常に広い範囲で、コントラスト、輝度がともに正面方向に対して50%以下に低下することがなく、従来の液晶表示装置には無い広視野角特性であった。

【0265】〔実施例4〕ネマティック液晶MLC-6062とネマティック液晶E8(メルク社製)を重量比20:1で混合して、実施例1から実施例3までを同様に行った。E8の誘電異方性 $\Delta\epsilon$ は15.6である。混合液晶の $\Delta\epsilon$ はほぼ重量比通り0.5であった。ラビング条件を換えながらブレティルト角を変化させ、実施例1から実施例3を同様に行った。

【0266】実施例1から実施例3(いずれも $\Delta\epsilon$ は0.2)ではブレティルト角が5°以上であれば、必要とする高速応答性が得られたが、それに対し、本実施例では、 $\Delta\epsilon$ が大きくなったことでフレクソエレクトリック効果が小さくなり、ブレティルト角が20°以上でなければ実施例1から実施例3と同様の結果を得ることができなかった。

【0267】〔実施例5〕ネマティック液晶MLC-6062とネマティック液晶E8を重量比20:2で混合して、実施例1から実施例3までを同様に行った。E8の誘電異方性 $\Delta\epsilon$ は15.6である。混合液晶の $\Delta\epsilon$ はほぼ重量比通り、1.0であった。ラビング条件を換えながらブレティルト角を変化させ、実施例1から実施例3を同様に行った。

【0268】実施例1から実施例3ではブレティルト角が5°以上であれば、必要とする高速応答性が得られたが、それに対し、本実施例では、 $\Delta\epsilon$ が大きくなったことでフレクソエレクトリック効果が小さくなり、ブレティルト角が40°以上でなければ実施例1から実施例3と同様の結果を得ることができなかった。

【0269】以上、本発明の実施例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0270】なお、本発明に係る液晶表示装置を、下記のように構成してもよい。すなわち、本発明に係る液晶表示装置は、外部より光を入射させる光源を備え、少なくとも一枚の光透過性基板を含む複数の基板を対向させて形成される間隙に、液晶を設置して構成される液晶表示装置であって、基板には外部から液晶に対して任意に信号波形電界を印加することのできる電極が形成され、印加される信号波形に応じて液晶が配向状態を変化させ、入射した光を変調するとともに、光の変調を可視化する機構を備えてなる表示装置において、液晶が常誘電

性であり、電界の印加されない定常状態において、対向する基板間で広がり変形および捻じれ変形の配向状態を呈しており分極を生じていないが、電界を印加すると、広がり変形および捻じれ変形に伴う撓電効果によって生じる分極により、少なくとも一方の基板近傍において別の広がり変形および捻じれ変形に配向状態を変化させ、別の電界を印加すると広がり変形および捻じれ変形に伴う撓電効果によって生じる分極により、少なくとも他方の基板近傍において別の広がり変形および捻じれ変形に配向状態を変化させるように構成してもよい。

【0271】本発明により、ネマティック液晶により高速応答性、広視野角特性、中間調表示が可能で、これまで問題であった動画ボケの無い液晶表示装置を提供することができる。この液晶表示装置は、非表示時における画像焼き付きが無いため、信頼性の点でも満足できるものである。

【0272】また、本発明に係る液晶表示装置は、前記液晶表示装置が、電界が印加された定常状態において、少なくとも一方の基板近傍において垂直配向あるいは略垂直配向状態である、広がり変形の配向状態であり、別の電界が印加された定常状態において、少なくとも他方の基板近傍において垂直配向あるいは略垂直配向状態である、別の広がり変形の配向状態であるように構成してもよい。

【0273】また、本発明に係る液晶表示装置は、前記液晶表示装置が、電界の印加されない定常状態において、対向する基板間で広がり変形および捻じれ変形の配向状態を呈しており、電界が印加された定常状態において、少なくとも一方の基板近傍において垂直配向あるいは略垂直配向状態である、広がり変形の配向状態であり、別の電界が印加された定常状態において、少なくとも他方の基板近傍において垂直配向あるいは略垂直配向状態である、別の広がり変形の配向状態であり、印加される電界の方向、電界強度によって、前記の配向状態の間の任意の広がり変形および捻じれ変形の配向状態に変形するように構成してもよい。

【0274】また、本発明に係る液晶表示装置は、前記液晶表示装置が、電界の印加されない定常状態において、一方の基板近傍において約45°のプレティルト角で配向し、他方の基板近傍において約45°のプレティルト角で、前記一方の基板近傍の配向方向とは異なる方位角で配向し、広がり変形および捻じれ変形の配向状態であり、配向の変形の微小空間では、撓電効果によって分極を生じているが、配向の変形の全体空間では分極を打ち消し、分極を有していないように構成してもよい。

【0275】また、本発明に係る液晶表示装置は、前記液晶表示装置が、電界の印加されない定常状態において、一方の基板近傍において40°以上で45°より小さいプレティルト角で配向し、他方の基板近傍において40°以上で45°より小さいプレティルト角で、前記

一方の基板近傍の配向方向とは異なる方位角で配向し、広がり変形および捻じれ変形の配向状態であり、配向の変形の微小空間では、撓電効果によって分極を生じているが、配向の変形の全体空間では分極を打ち消し、分極を有していないように構成してもよい。

【0276】また、本発明に係る液晶表示装置は、前記液晶表示装置が、電界の印加されない定常状態において、一方の基板近傍において5°以上のプレティルト角で配向し、他方の基板近傍において5°以上のプレティルト角で、前記一方の基板近傍の配向方向とは異なる方位角で配向し、広がり変形および捻じれ変形の配向状態であり、配向の変形の微小空間では、撓電効果によって分極を生じているが、配向の変形の全体空間では分極を打ち消し、分極を有していないように構成してもよい。

【0277】また、本発明に係る液晶表示装置は、前記液晶表示装置が、誘電異方性の絶対値が1より小さく、好ましくは0.5より小さいように構成してもよい。

【0278】また、本発明に係る液晶表示装置は、前記液晶表示装置がアクティブマトリクス型であり、1表示期間において、少なくとも全走査線のうちの半数の走査線から成る第1の走査線群には第1の電気信号を送り、残りの第2の走査線群には第2の電気信号を送り、次の1表示期間においては、第1の走査線群に第2の電気信号を送り、第2の走査線群には第1の電気信号を送り、第1の電気信号は表示情報を元に戻す電界であり、第2の電気信号は表示情報を与える電界であり、全ての周期で、第1の電気信号が印加されて、液晶分子が十分にリセットされ、第2の電気信号が印加されて、液晶分子が十分にスイッチングした後、光が入射するように構成してもよい。

【0279】

【発明の効果】以上のように、本発明の液晶表示装置は、液晶が、電界の印加されていない定常状態において、ある広がり変形および捻じれ変形の配向状態を呈しており、分極を生じておらず、電界が印加されると、広がり変形および捻じれ変形に伴う撓電効果によって分極を生じさせ、この分極により、少なくとも部分的に、上記電界の印加されていない定常状態のときとは別の、印加される上記電界に応じた広がり変形および捻じれ変形へと配向状態を変化させる構成である。

【0280】これにより、撓電効果ゆえ応答が非常に高速であるとともに、上記配向状態の変化がインプレインスイッチングであるため、視野角を広くできる。それゆえ、高速応答性と広視野角化の問題を従来の簡単な対向基板電極構造で達成し、動画ボケのない、広視野角な液晶表示装置を提供することができるという効果を奏する。

【0281】また、本発明の液晶表示装置は、上記の構成に加えて、1表示期間において、少なくとも全走査線のうちの半数の走査線から成る第1の走査線群には第1

の電気信号を送り、残りの第2の走査線群には第2の電気信号を送り、次の1表示期間においては、第1の走査線群に第2の電気信号を送り、第2の走査線群には第1の電気信号を送り、第1の電気信号は表示情報を元に戻す電界であり、第2の電気信号は表示情報を与える電界であり、第1の電気信号が印加されて液晶分子がリセットされ、第2の電気信号が印加されて液晶分子がスイッチングした後光が入射する構成である。

【0282】これにより、1表示期間中に表示情報を画素電極に与える処理の回数を減らすことができ、1つあたりの走査線での表示情報を画素電極に与える速度（立ち上がり速度や立ち下がり速度）をそれほど高速にする必要がなくなるので、上記構成による効果に加えて、動画ボケがなく広視野角な液晶表示装置を、作製の容易な装置を用いて提供することができるという効果を奏する。

【0283】また、本発明の液晶表示装置は、上記の構成に加えて、1表示期間において、各走査線に第1の電気信号と第2の電気信号とを交互に送り、第1の電気信号は表示情報を元に戻す電界であり、第2の電気信号は表示情報を与える電界であり、第1の電気信号が印加されて液晶分子がリセットされ、第2の電気信号が印加されて液晶分子がスイッチングした後光が入射するものであり、上記第1の電気信号と第2の電気信号とは極性が互いに逆である構成である。

【0284】これにより、電界の印加をオフするのと異なり、リセット状態への移行を急峻にすることができるので、上記構成による効果に加えて、応答をより高速にでき、動画ボケをいっそう軽減することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示装置における液晶の様子を示す説明図である。

【図2】本発明の液晶表示装置における液晶の様子を示す説明図である。

【図3】本発明の液晶表示装置における液晶の様子を示す説明図である。

【図4】本発明の液晶表示装置における液晶の様子を示す説明図である。

【図5】本発明の液晶表示装置の走査方式と光源の発光時期との関係を示す説明図である。

【図6】本発明の液晶表示装置の走査方式と光源の発光時期との関係を示す説明図である。

【図7】本発明の実施例の液晶表示装置の特性を示す説明図である。

【図8】本発明の実施例の液晶表示装置の特性を示す説明図である。

【図9】本発明の実施例の液晶表示装置の特性を示す説明図である。

【図10】本発明の実施例の液晶表示装置の特性を示す

説明図である。

【図11】本発明の実施例の液晶表示装置の特性を示す説明図である。

【図12】本発明の実施例の液晶表示装置の特性を示す説明図である。

【図13】本発明の実施例の液晶表示装置の特性を示す説明図である。

【図14】本発明の実施例の液晶表示装置の特性を示す説明図である。

10 【図15】本発明の実施例の液晶表示装置の特性を示す説明図である。

【図16】本発明の実施例の液晶表示装置の特性を示す説明図である。

【図17】単純マトリクス方式の液晶表示装置の構成を示す斜視図である。

【図18】アクティブマトリクス方式の液晶表示装置の構成を示す斜視図である。

【図19】液晶表示装置の構成を示す断面図である。

20 【図20】動画ボケの生じる原因を説明するものであり、インパルス型の時間応答を示す説明図である。

【図21】動画ボケの生じる原因を説明するものであり、ホールド型の時間応答を示す説明図である。

【図22】液晶でインパルス型表示を行う方法を示す説明図である。

【図23】(a)および(b)は、従来の誘電異方性によるネマティック液晶を用いた液晶表示装置における液晶の様子を示す説明図である。

30 【図24】(a)および(b)は、従来の強誘電性液晶を用いた液晶表示装置における液晶の様子を示す説明図である。

【図25】(a)および(b)は、従来の誘電異方性によるネマティック液晶を用いた液晶表示装置における液晶の完全スイッチングの様子を示す説明図である。

【図26】(a)および(b)は、従来の誘電異方性によるネマティック液晶を用いた液晶表示装置における液晶の中間調スイッチングの様子を示す説明図である。

【図27】従来の誘電異方性によるネマティック液晶を用いた液晶表示装置における液晶の様子を示す説明図である。

40 【図28】(a)ないし(d)は、従来の液晶表示装置における液晶のパーティカルスイッチングの様子を示す説明図である。

【図29】(a)ないし(d)は、従来の液晶表示装置における液晶のインブレインスイッチングの様子を示す説明図である。

【図30】(a)および(b)は、従来の誘電異方性によるネマティック液晶およびインブレインスイッチング電極を用いた液晶表示装置における液晶の様子を示す説明図である。

50 【図31】涙型分子のフレクソエレクトリック効果を示

すものであり、広がり変形のない状態を示す説明図である。

【図32】涙型分子のフレクソエレクトリック効果を示すものであり、広がり変形した状態を示す説明図である。

【図33】バナナ型分子のフレクソエレクトリック効果を示すものであり、曲がり変形のない状態を示す説明図である。

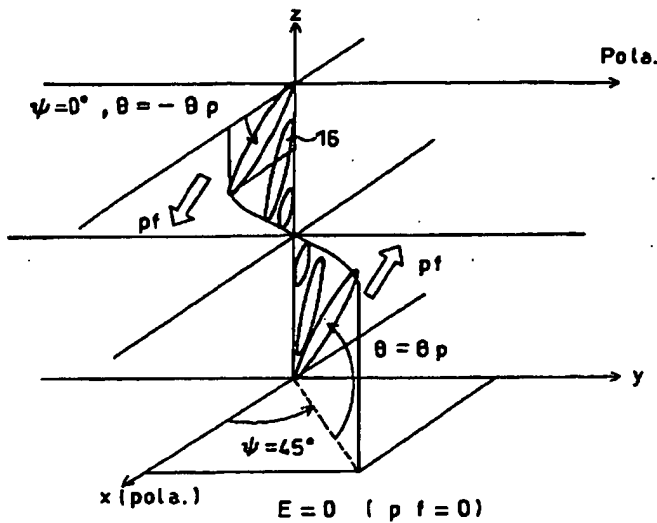
【図34】バナナ型分子のフレクソエレクトリック効果を示すものであり、曲がり変形した状態を示す説明図である。

【図35】フレクソエレクトリック効果を示す説明図である。

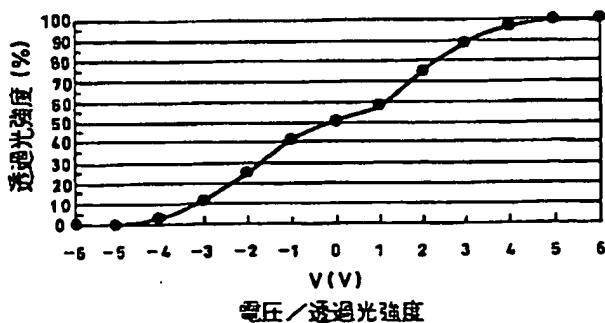
【図36】(a)ないし(c)は、従来のフレクソエレクトリック効果によるコレステリック液晶を用いた液晶表示装置における液晶の様子を示す説明図である。

【図37】(a)ないし(c)は、従来のフレクソエレクトリック効果によるネマティック液晶を用いた液晶表示装置における液晶の様子を示す説明図である。

【図1】



【図14】



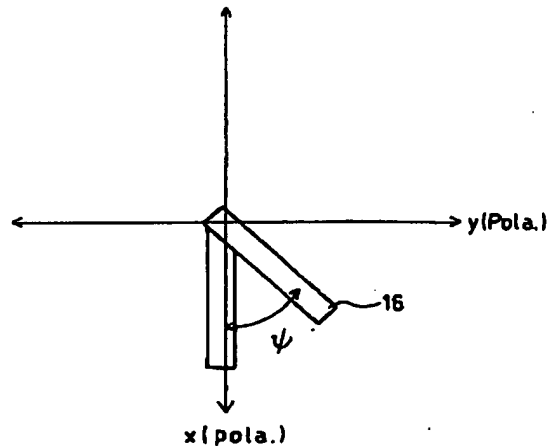
* フレクソエレクトリック効果によるネマティック液晶を用いた液晶表示装置における液晶の様子を示す説明図である。

【図38】(a)および(b)は、従来のフレクソエレクトリック効果によるネマティック液晶を用いた液晶表示装置における液晶の様子を示す説明図である。

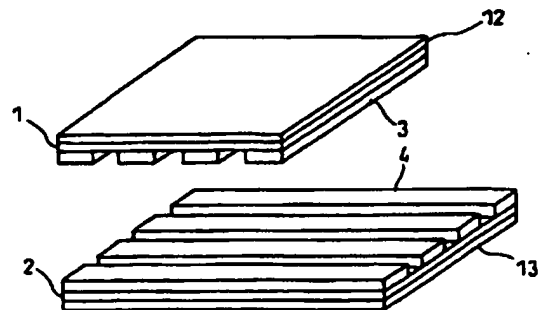
【符号の説明】

- 1、2 基板
- 3、4 電極
- 5、6 絶縁膜
- 7、8 配向膜
- 9 スペース
- 10 接着剤
- 11 液晶
- 12、13 偏光板
- 14 信号電極
- 15 スイッチング素子
- 16 液晶分子

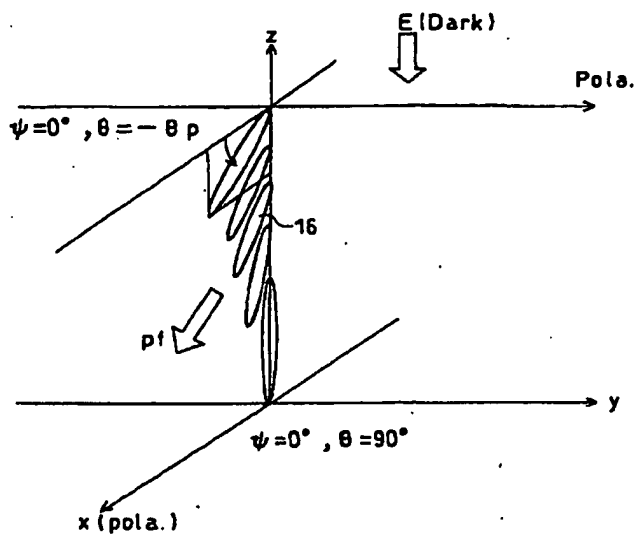
【図4】



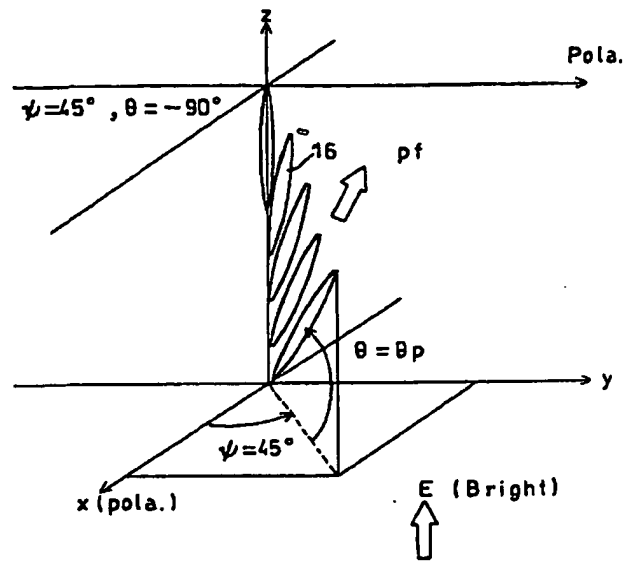
【図17】



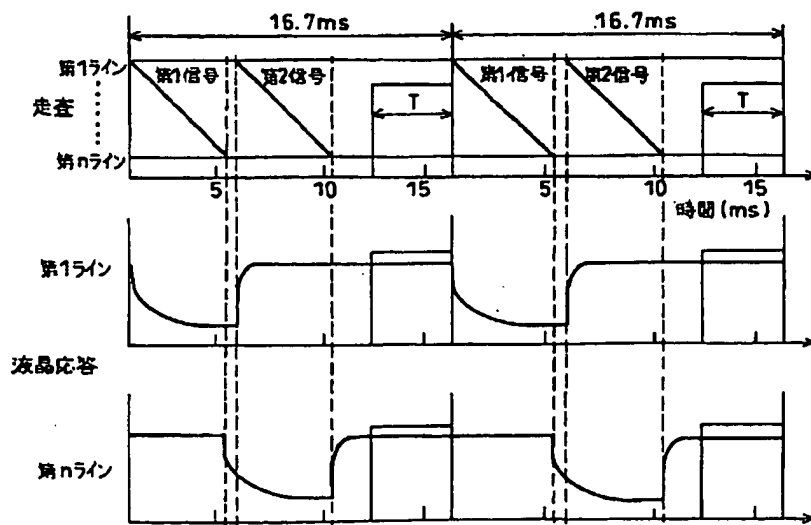
【図2】



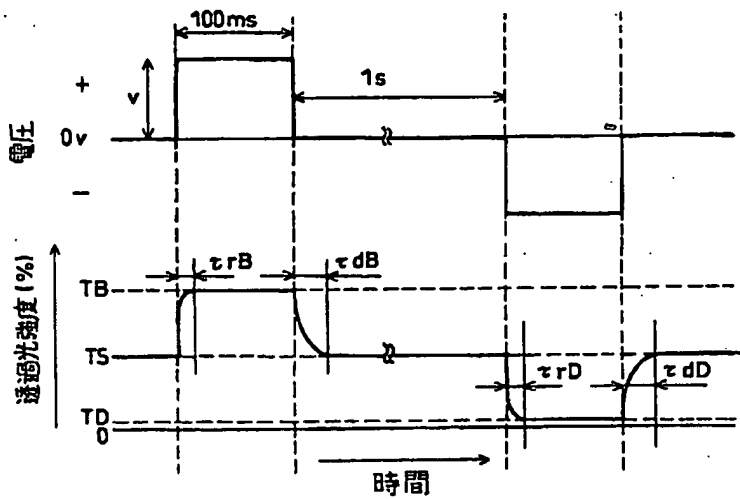
【図3】



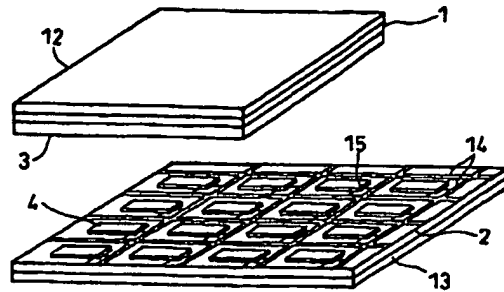
【図5】



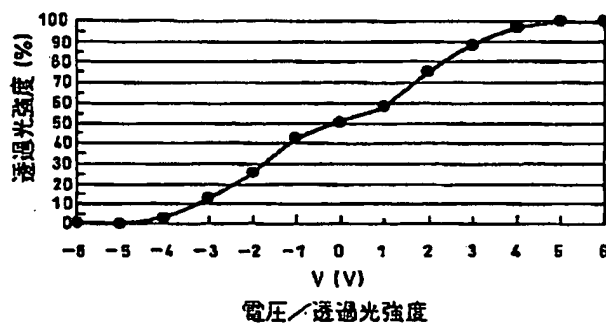
【図8】



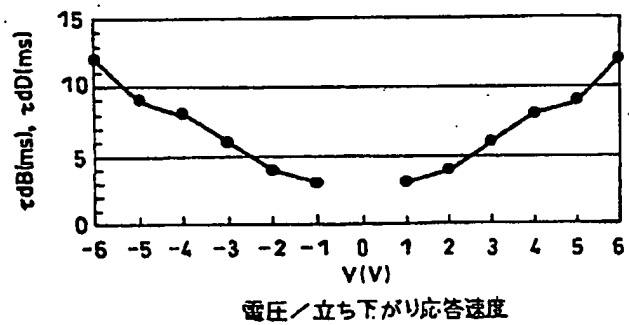
【図18】



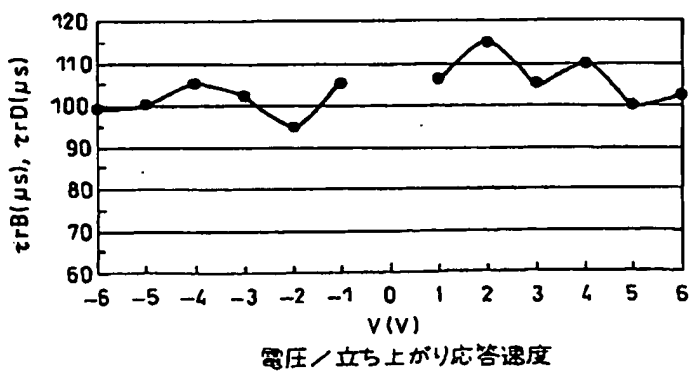
【図9】



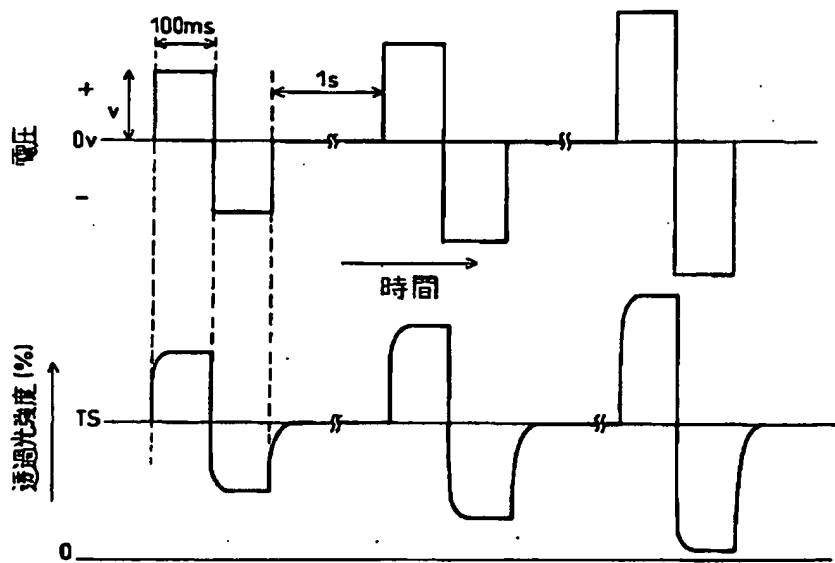
【図11】



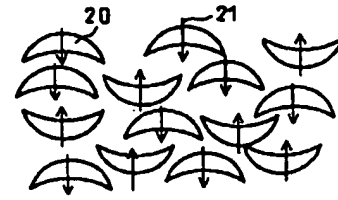
【図10】



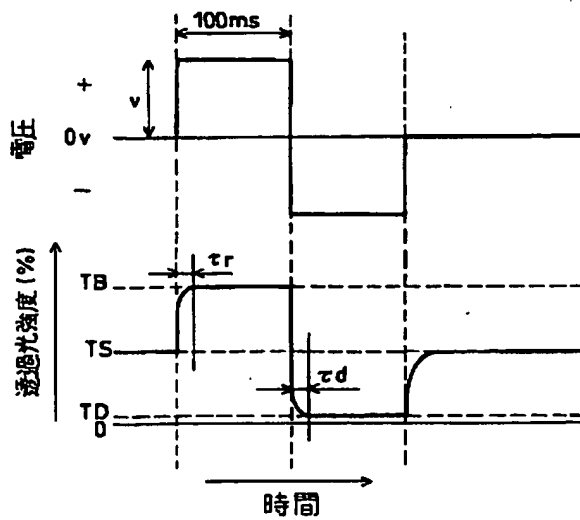
【図12】



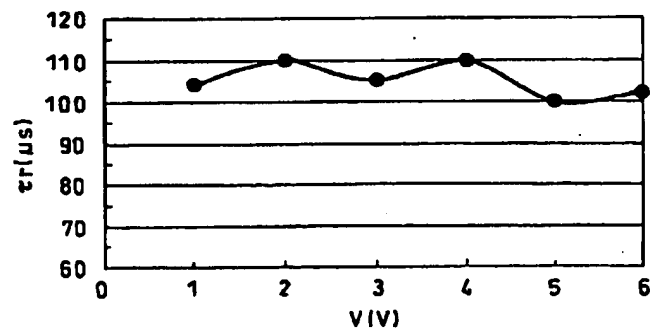
【図33】



【図13】

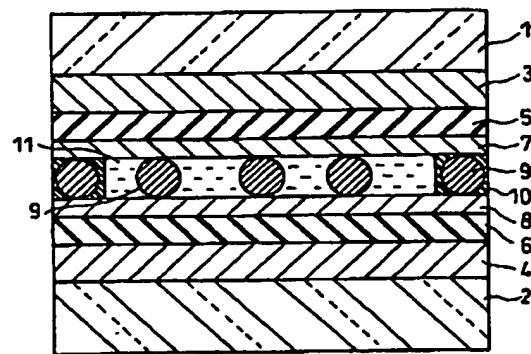


【図15】

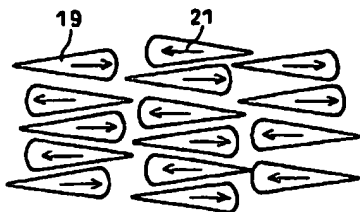


電圧／立ち上がり応答速度

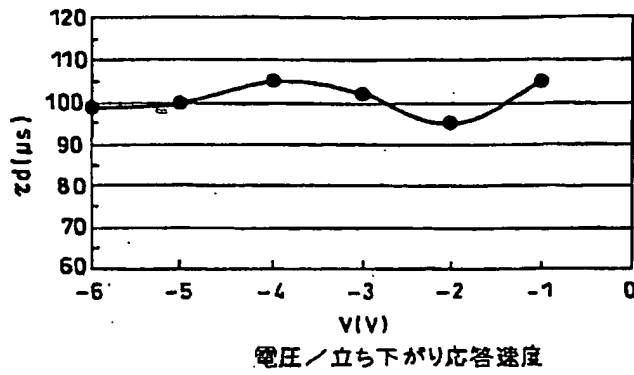
【図19】



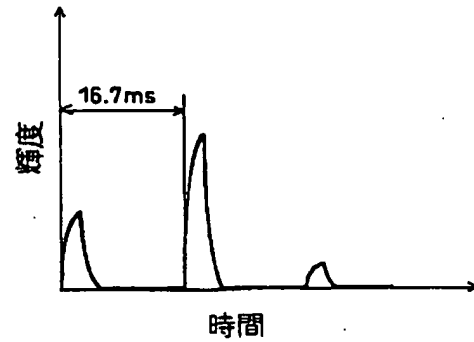
【図31】



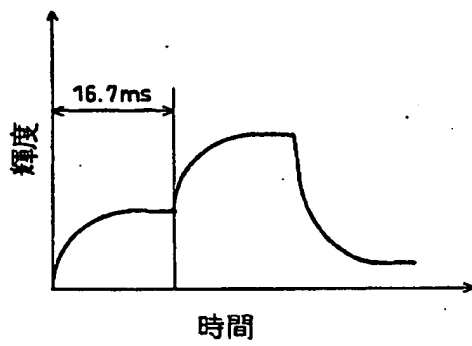
【図16】



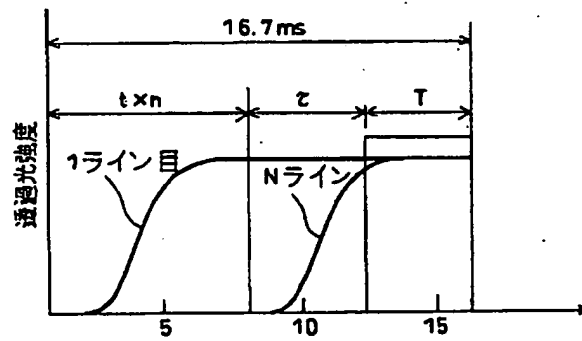
【図20】



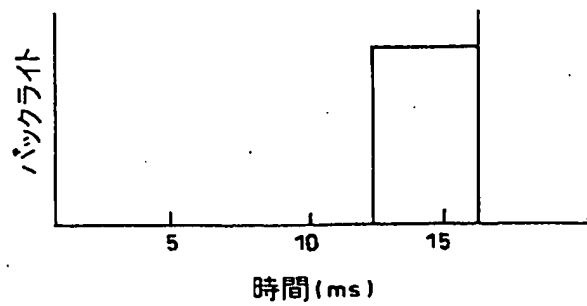
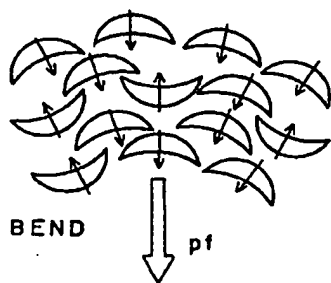
【図21】



【図22】



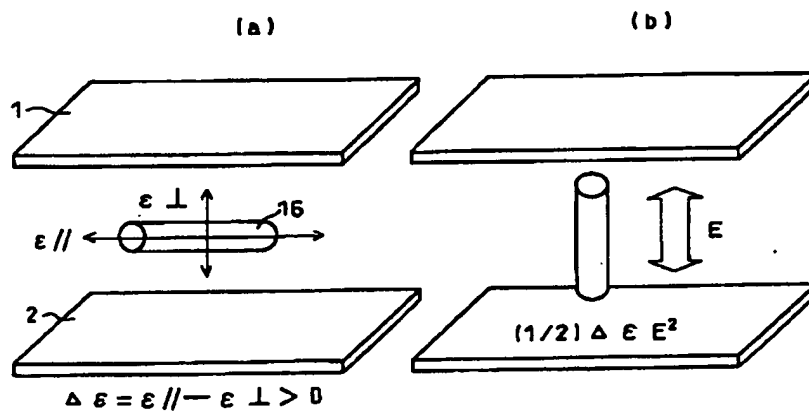
【図34】



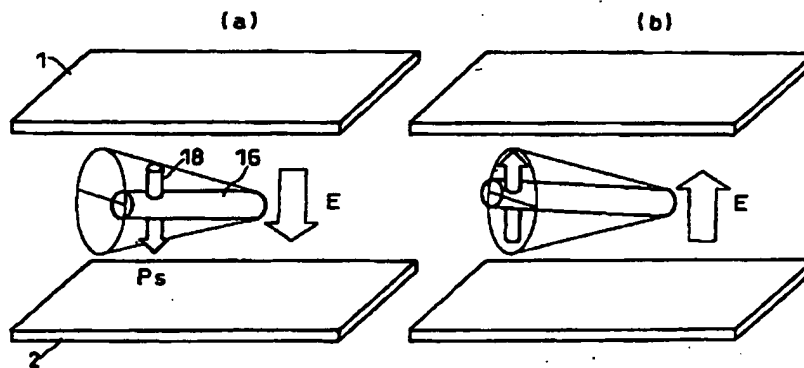
【図35】



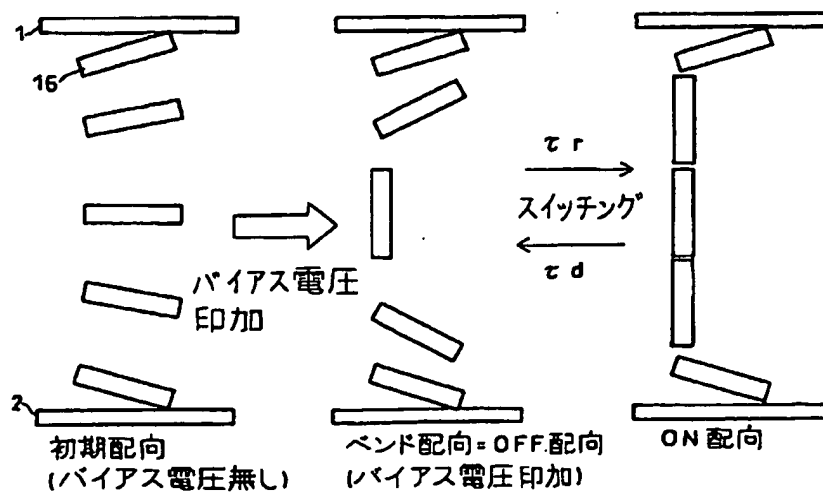
【図23】



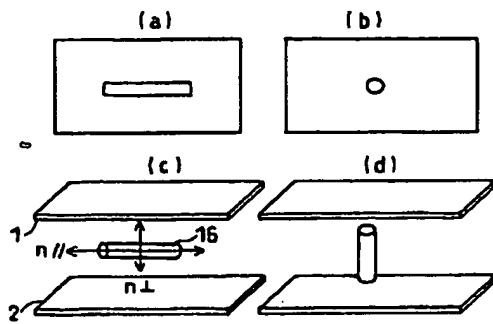
【図24】



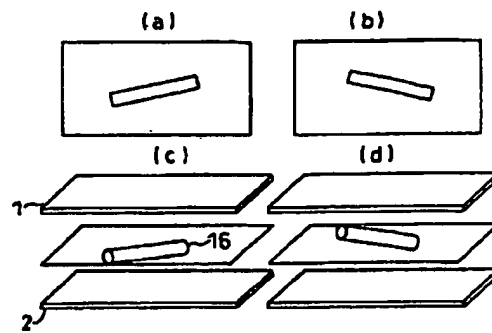
【図27】



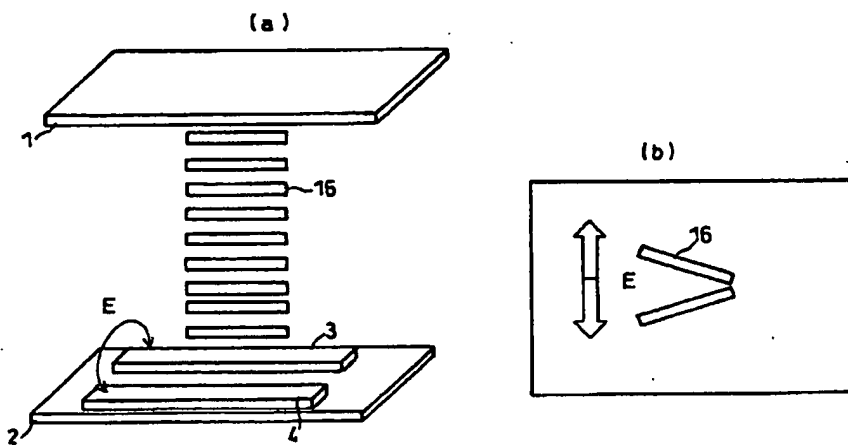
【図28】



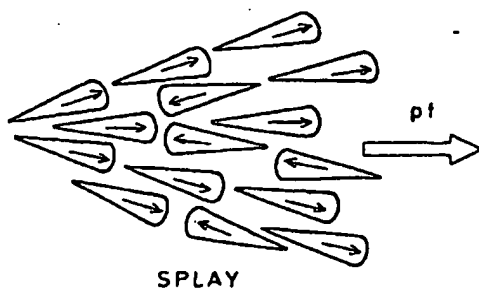
【図29】



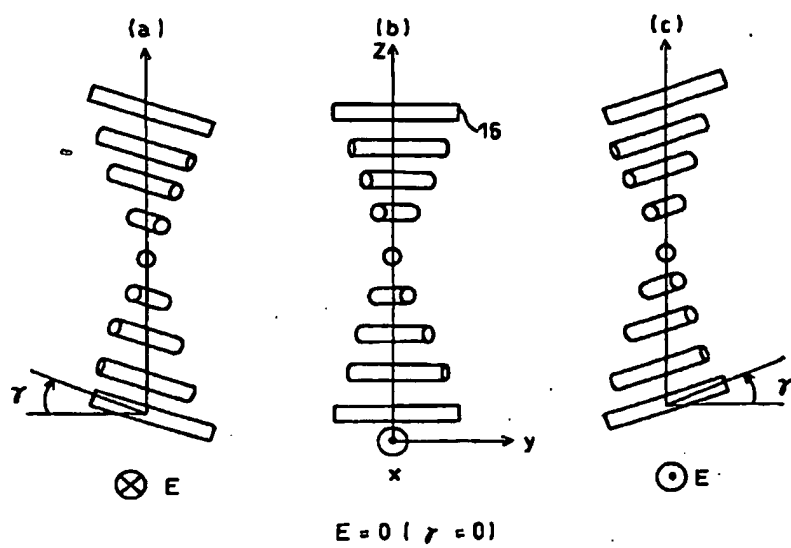
【図30】



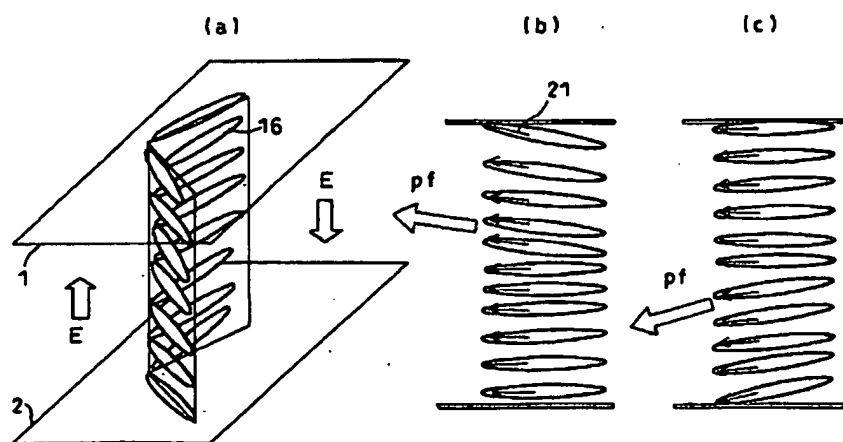
【図32】



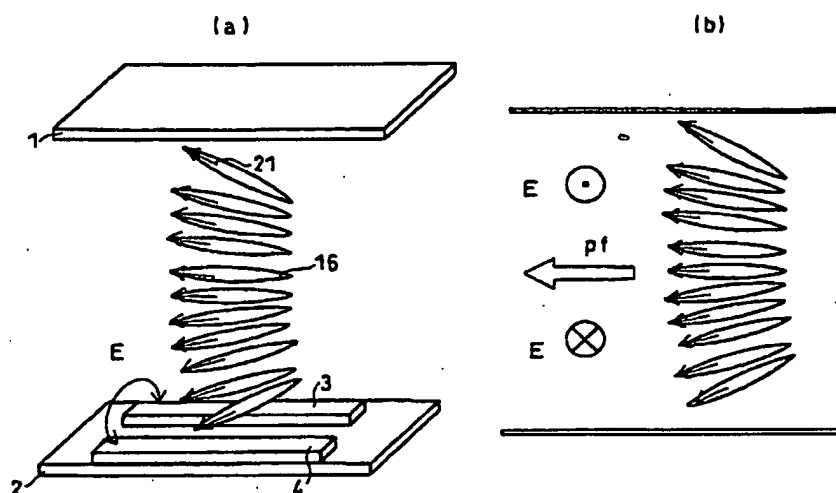
【図36】



【図37】



【図38】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H088 EA02 GA02 GA17 HA06 HA28
 JA04 KA02 KA14 KA26 KA27
 KA28 KA30 LA06 LA07 MA07
 MA10 MA13
 2H093 NA16 NA53 NC34 NC44 ND13
 ND32 ND60 NF04 NH01 NH02
 NH04